

09/530599

420 7500 PCT/PTO 0 9 MAY 2000 Docket No. 0050-1659-2 PCT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Hironobu MIZUNO, et al

SERIAL NUMBER: NEW U.S. PCT APPLICATION (based on PCT/JP99/04874)

FILED: HEREWITH

FOR: OPTICAL INFORMATION RECORDING MEDIUM AND OPTICAL RECORDING METHOD

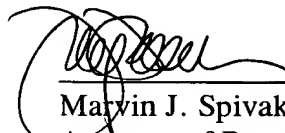
REQUEST FOR CONSIDERATION OF DOCUMENTS
CITED IN INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that applicant(s) request that the Examiner consider the documents cited in the International Search Report according to MPEP §609 and so indicate by a statement in the first Office Action that the information has been considered. When the Form PCT/DO/EO/903 indicates both the search report and copies of the documents are present in the national stage file, there is no requirement for the applicant(s) to submit them (1156 O.G. 91 November 23, 1993).

Respectfully submitted,
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.


Marvin J. Spivak
Attorney of Record
Registration No. 24,913

William E. Beaumont
Registration No. 30,996

Fourth Floor
1755 Jefferson Davis Highway
Arlington, Virginia 22202
(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 1/97)

07-0036196

0000 YEA

This Page Blank (uspto)

PATENT COOPERATION TREATY

09/530599

PCT

NOTIFICATION CONCERNING
SUBMISSION OR TRANSMITTAL
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

OGAWA, Toshiharu
Torimoto Kogyo Building
38, Kanda-Higashimatsushitacho
Chiyoda-ku
Tokyo 101-0042
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 30 September 1999 (30.09.99)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference MC650(99050)	
International application No. PCT/JP99/04874	International filing date (day/month/year) 08 September 1999 (08.09.99)
International publication date (day/month/year) Not yet published	Priority date (day/month/year) 09 September 1998 (09.09.98)
Applicant MITSUBISHI CHEMICAL CORPORATION et al	

1. The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
2. This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
3. An asterisk(*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
4. The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
09 Sept 1998 (09.09.98)	10/254877	JP	27 Sept 1999 (27.09.99)
03 Marc 1999 (03.03.99)	11/55792	JP	27 Sept 1999 (27.09.99)
10 June 1999 (10.06.99)	11/163685	JP	27 Sept 1999 (27.09.99)

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. (41-22) 740.14.35

Authorized officer

Y. KUWAHARA

Telephone No. (41-22) 338.83.38

This Page Blank (uspto)

PATENT COOPERATION TREATY

09/530599

From the INTERNATIONAL BUREAU

PCT

NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE
COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL
APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

To:

OGAWA, Toshiharu
Torimoto Kogyo Building
38, Kanda-Higashimatsushitacho
Chiyoda-ku
Tokyo 101-0042
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 16 March 2000 (16.03.00)		
Applicant's or agent's file reference MC650(99050)		IMPORTANT NOTICE
International application No. PCT/JP99/04874	International filing date (day/month/year) 08 September 1999 (08.09.99)	
		Priority date (day/month/year) 09 September 1998 (09.09.98)
Applicant MITSUBISHI CHEMICAL CORPORATION et al		

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:

AU,CN,EP,KR,US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:

AE,AL,AM,AP,AT,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,CA,CH,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,EA,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,
GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,KE,KG,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MD,MG,MK,MN,MW,MX,NO,NZ,OA,PL,
PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TR,TT,UA,UG,UZ,VN,YU,ZA,ZW

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application. (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on 16 March 2000 (16.03.00) under No. WO 00/14735.

REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a demand for international preliminary examination must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))

If the applicant wishes to proceed with the international application in the national phase, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer J. Zahra
Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Telephone No. (41-22) 338.83.38

32 140 1 30

This Page Blank (uspto)

A.D

EP



PCT

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)
[PCT18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 MC650 の書類記号 (99050)	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記5を参照すること。		
国際出願番号 PCT/JP99/04874	国際出願日 (日.月.年) 08.09.99	優先日 (日.月.年) 09.09.98	
出願人(氏名又は名称) 三菱化学株式会社			

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 1 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

This Page Blank (uspto)

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

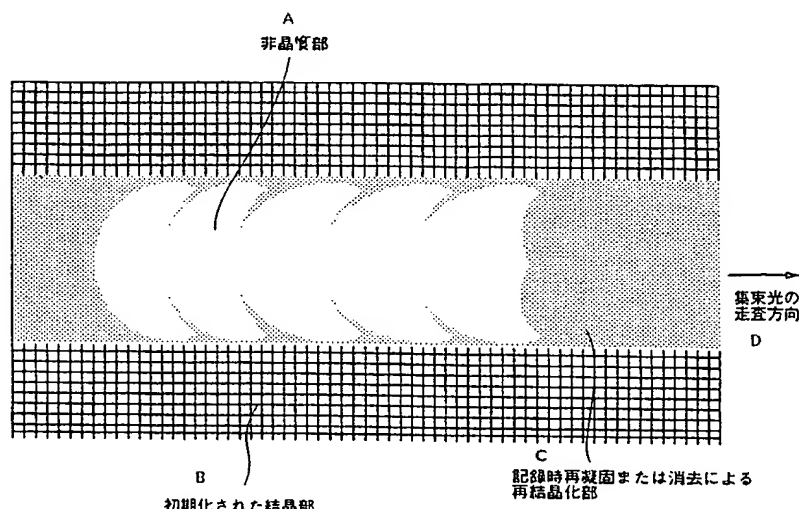
(51) 国際特許分類7 G11B 7/24, 7/00, B41M 5/26	A1	(11) 国際公開番号 WO00/14735 (43) 国際公開日 2000年3月16日(16.03.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP99/04874 (22) 国際出願日 1999年9月8日(08.09.99) (30) 優先権データ 特願平10/254877 1998年9月9日(09.09.98) JP 特願平11/55792 1999年3月3日(03.03.99) JP 特願平11/163685 1999年6月10日(10.06.99) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 三菱化学株式会社 (MITSUBISHI CHEMICAL CORPORATION)[JP/JP] 〒100-0005 東京都千代田区丸の内二丁目5番2号 Tokyo, (JP) (72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 水野裕宣(MIZUNO, Hironobu)[JP/JP] 大野孝志(OHNO, Takashi)[JP/JP] 堀江通和(HORIE, Michikazu)[JP/JP] 〒227-0033 神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地 三菱化学株式会社 横浜総合研究所内 Kanagawa, (JP)	(74) 代理人 弁理士 小川利春, 外(OGAWA, Toshiharu et al.) 〒101-0042 東京都千代田区神田東松下町38番地 島本鋼業ビル Tokyo, (JP) (81) 指定国 AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), ユーラシア 特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM) 添付公開書類 国際調査報告書 請求の範囲の補正の期限前の公開 ; 補正書受領の際には再公開される。	

(54)Title: OPTICAL INFORMATION RECORDING MEDIUM AND OPTICAL RECORDING METHOD

(54)発明の名称 光学的情報記録用媒体及び光記録方法

(57) Abstract

An optical information recording medium comprising a substrate and a phase-change recording layer including a crystal portion, which is brought into an unrecorded/erased state, and an amorphous portion, which is brought into a recorded state, for recording information by using recording marks whose shortest mark length is 0.5 μm or less, is characterized in that erasure is effected by recrystallization substantially progressed by the growth of crystals from the boundary between the amorphous portion or a fusible portion and the peripheral crystal portion. The medium has a feature that high-speed overwrite is possible, the jitters at the mark edges are small, high-density variable mark-length recording is possible, and the stability of the marks with time is very good. An optical recording method suitable for such a medium is also disclosed.



A ... AMORPHOUS PORTION
B ... INITIALIZED CRYSTAL PORTION
C ... RECRYSTALLIZED PORTION RECRYSTALLIZED BY
RESOLIDIFICATION IN RECORDING OR BY ERASURE
D ... DIRECTION OF SCANNING OF FOCUSED LIGHT

(57)要約

基板上に少なくとも相変化型記録層を有し、結晶部を未記録・消去状態とし非晶質部を記録状態とし、最短マーク長 $0.5\mu\text{m}$ 以下の複数の記録マーク長により情報を記録するための光学的情報記録用媒体であって、消去が、非晶質部又は溶融部と、周辺結晶部との境界からの結晶成長によって実質的に進行する再結晶化により行われることを特徴とする光学的情報記録用媒体及びこれに適した光記録方法を開示する。本発明の媒体は、高速でオーバーライトすることができ、マークエッジのジッタが小さい、高密度のマーク長変調記録を行うことができ、形成されたマークの経時安定性が非常に良好であるという特徴を有する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦	DM ドミニカ	KZ カザフスタン	RU ロシア
AL アルバニア	EE エストニア	LC セントルシア	SD スーダン
AM アルメニア	ES スペイン	LI リヒテンシュタイン	SE スウェーデン
AT オーストリア	FI フィンランド	LK スリ・ランカ	SG シンガポール
AU オーストラリア	FR フランス	LR リベリア	SI スロヴェニア
AZ アゼルバイジャン	GA ガボン	LS レソト	SK スロヴァキア
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB 英国	LT リトアニア	SL シェラ・レオネ
BB バルバドス	GD グレナダ	LU ルクセンブルグ	SN セネガル
BE ベルギー	GE グルジア	LV ラトヴィア	SZ スワジランド
BF ブルキナ・ファソ	GH ガーナ	MA モロッコ	TD チャード
BG ブルガリア	GM ガンビア	MC モナコ	TG トーゴ
BJ ベナン	GN ギニア	MD モルドヴァ	TJ タジキスタン
BR ブラジル	GW ギニア・ビサウ	MG マダガスカル	TZ タンザニア
BY ベラルーシ	GR ギリシャ	MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TM トルクメニスタン
CA カナダ	HR クロアチア	ML マリ	TR トルコ
CF 中央アフリカ	HU ハンガリー	MN モンゴル	TT トリニダード・トバゴ
CG コンゴ	ID インドネシア	MR モーリタニア	UA ウクライナ
CH スイス	IE アイルランド	MW マラウイ	UG ウガンダ
CI コートジボアール	IL イスラエル	MX メキシコ	US 米国
CM カメルーン	IN インド	NE ニジェール	UZ ウズベキスタン
CN 中国	IS アイスランド	NL オランダ	VN ヴェトナム
CR コスタ・リカ	IT イタリア	NO ノールウェー	YU ユーゴスラビア
CU キューバ	JP 日本	NZ ニュー・ジールランド	ZA 南アフリカ共和国
CY キプロス	KE ケニア	PL ポーランド	ZW ジンバブエ
CZ チェッコ	KG キルギスタン	PT ポルトガル	
DE ドイツ	KP 北朝鮮	RO ルーマニア	
DK デンマーク	KR 韓国		

明 細 書

光学的情報記録用媒体及び光記録方法

技術分野

本発明は、書換え可能なDVDなど、相変化型記録層を有する高密度記録用の光記録媒体及び光記録方法に関わり、特に、1ビームオーバーライト時における線速度依存性および記録パワー依存性と、記録マークの経時安定性の改善された光記録媒体及び光記録方法に関する。

背景技術

一般にコンパクトディスク（CD）やDVDは、凹ピットの底部及び鏡面部からの反射光の干渉により生じる反射率変化を利用して2値信号の記録及びトラッキング信号の検出が行われている。

近年、CDと互換性のある媒体として、相変化型の書換え可能なコンパクトディスク（CD-RW、CD-Rewritable）が広く使用されつつある。また、DVDについても、相変化型の書換え可能なDVDが各種提案されている。

これら相変化型の書換え可能なCD及びDVDは、非晶質と結晶状態の屈折率差によって生じる反射率差および位相差変化を利用して記録情報信号の検出を行う。通常の相変化媒体は、基板上に下部保護層、相変化型記録層、上部保護層、反射層を設けた構造を有し、これら層の多重干渉を利用して反射率差および位相差を制御しCDやDVDと互換性を持たせることができる。

CD-RWにおいては、反射率を15～25%に落とした範囲内ではCDと記録信号及び溝信号の互換性が確保でき、反射率の低いことをカバーする増幅系を付加したCDドライブでは再生が可能である。

なお、相変化型記録媒体は消去と再記録過程を1つの集束光ビームの強度変調のみによって行うことができるため、CD-RWや書換え可能DVD等の相変化型記録媒体において記録とは、記録と消去を同時に行うオーバーライト記録を含

む。

相変化を利用した情報の記録には、結晶、非晶質、又はそれらの混合状態を用いることができ、複数の結晶相を用いることもできるが、現在実用化されている書換可能相変化型記録媒体は、未記録・消去状態を結晶状態とし、非晶質のマークを形成して記録するのが一般的である。記録層の材料としてはいずれもカルコゲン元素、即ちS、Se、Teを含むカルコゲナイド系合金を用いることが多い。

例えば、GeTe-Sb₂Te₃疑似二元合金を主成分とするGeSbTe系、InTe-Sb₂Te₃疑似二元合金を主成分とするInSbTe系、Sb_{0.7}Te_{0.3}を共晶系を主成分とするAgInSbTe系合金、GeSnTe系などである。

このうち、GeTe-Sb₂Te₃疑似二元合金に過剰のSbを添加した系、特に、Ge₁Sb₂Te₄、もしくはGe₂Sb₂Te₅などの金属間化合物近傍組成が主に実用化されている。

これら組成は、金属間化合物特有の、相分離を伴わない結晶化を特徴とし結晶成長速度が速いため、初期化が容易で、消去時の再結晶化速度が速い。このため従来より、実用的なオーバーライト特性を示す記録層としては、疑似二元合金系や金属間化合物近傍組成が注目されていた（文献Jpn. J. Appl. Phys., vol. 69(1991), p2849、あるいはSPIE, Vol. 2514(1995), pp294-301等）。

しかし一方、これら組成においては、準安定な正方晶系の結晶粒が成長する。この結晶粒は粒界が明確であり、かつ大きさが不揃いで、その方位により光学異方性が顕著なため、光学的なホワイトノイズを生起しやすいという問題がある。

そして、このような粒径及び光学特性の異なる結晶粒は、非晶質マークの周囲に成長しやすいために、マークのジッタが増加しやすく、或いは、周囲の結晶とは光学特性が異なるため、消え残りとして検出されやすかった。

このため、高線速での記録や、高密度のマーク長変調記録においては、良好な再生特性が得られないという問題があった。具体的には、書換え型DVDの規格では最短マーク長が0.6 μmであるが、より最短マーク長を縮めていくと、急激にジッタが増加することが判明した。

ところで、ジッタの改善策として、いわゆる吸収率補正がある。従来の4層構成では、通常、記録層の吸収する光エネルギーは、反射率の高い結晶状態で吸収する光エネルギー A_c が、反射率の低い非晶質状態で吸収する光エネルギー A_a より小さい ($A_c < A_a$)。このためオーバーライト時に、元の状態が結晶状態であったか非晶質状態であったかにより、新しい記録マークの形状等が変わってしまいジッタが増加するという問題がある。

これを、結晶状態と非晶質状態の光エネルギーの吸収効率をほぼ同じようにし、元の状態によらずマーク形状を安定させ、これによりジッタを低減するのである。さらには、結晶は熔融時に潜熱の分だけ余分に熱が必要なため、結晶状態のほうがより光エネルギーを吸収するようにするのが好ましい ($A_c > A_a$)。

この関係を達成するには、光吸収性の層を少なくとも1層追加して5層以上の構成とし、非晶質状態における光吸収の一部をこの吸収層で奪う方法がある。例えば、 Au や Si などの吸収層を下部保護層と基板の間や上部保護層上に挿入する (Jpn. J. Appl. Phys., vol. 37(1998), pp3339-3342, Jpn. L. Appl. Phys., Vol. 37(1998), pp2516-2520)。

しかしながら、このような層構成は、吸収層の耐熱性や密着性に問題があり、繰返しオーバーライトすると微視的変形や剥離などの劣化が顕著である。また、剥離等を生じやすいために経時安定性もそこねてしまう。

すなわち、従来の4層構成を維持しながら高密度化を達成することは、 $GeTe-Sb_2Te_3$ 疑似二元合金記録層では困難であった。

しかも、 $GeTe-Sb_2Te_3$ 疑似二元合金記録層では、複屈折率が短波長ほど実部が小さく虚部が大きくなるという波長依存性があるため、特に、短波長レーザー光を光源として用いた場合には、 $A_c > A_a$ なる条件を達成しにくい。

そこで近年、記録層材料として、 $AgInSbTe$ 四元系合金が使用されつつある。 $AgInSbTe$ 四元系合金は40dBにも及ぶ高消去比が得られることが特徴であり、従来の4層構成で、吸収率補正をすることなく、高線速で高密度のマーク長変調記録が行える。

ただし、高速記録が行えることは、通常、結晶化速度が速く消去しやすいことを意味するため、非晶質マークも結晶化されやすく、記録されたマークの経時安定性が悪い場合が多い。

さて、近年、情報量が増大し、記録時間の短縮や情報転送の高速化のために、最近ではより高速で記録再生可能な媒体が求められている。例えばCDの標準速度（1倍速）は1.2～1.4 m/sであるが、4倍速での記録が可能なCD-RWが商品化され、さらに8倍速、10倍速での記録が可能なCD-RWが求められている。

一方、書換え可能なDVDとしては、DVD-RAM、DVD+RW、DVD-RWなど各種のものが提案あるいは商品化されている。しかしながら、再生専用のDVDと同等の容量である4.7GBの書換え可能なDVDは未だ実用化されていない。

つまり、短いマークを高速で記録でき、かつマークの安定性のよい媒体が求められている。

しかし、従来、高速記録とマーク安定性は相反する性質と考えられ、この両方を同時に満たすことは困難と考えられてきた。

本発明者らは、結晶化、非晶質化の原理について研究を重ねた結果、これらの特性全てを同時に満たす画期的な媒体を見いだした。

すなわち、本発明においては、短いマークが高速で良好に記録でき、かつ、マーク安定性のよい光記録媒体及びそれに適した光記録方法を提供することを目的とする。

発明の開示

本発明の第一の要旨は、基板上に少なくとも相変化型記録層を有し、

結晶部を未記録・消去状態とし非晶質部を記録状態とし、最短マーク長0.5 μ m以下の複数の記録マーク長により情報を記録するための光学的情報記録用媒体であって、

消去が、非晶質部又は溶融部と、周辺結晶部との境界からの結晶成長によって実質的に進行する再結晶化により行われることを特徴とする光学的情報記録用媒体に存する。

本発明の第二の要旨は、基板上に、Ge、Sb、Teを主成分とする薄膜からなる相変化型記録層を有し、

該記録層の結晶部を未記録・消去状態とし非晶質部を記録状態とし、最短マーク長 $0.5\mu\text{m}$ 以下の複数の記録マーク長により情報を記録するための光学的情報記録用媒体であって、

該媒体は、一定線速度で、記録層を溶融させるに足る記録パワー P_w の記録光を連続的に照射すると概ね結晶化され、

一定線速度で、記録層を溶融させるに足る記録パワー P_w の記録光を照射したのち遮断すると非晶質マークが形成されることを特徴とする光学的情報記録用媒体に存する。

本発明の第三の要旨は、基板上に、記録再生光の入射方向から順に、第1保護層、相変化型記録層、第2保護層、反射層、を設けてなり、

該記録層の結晶部を未記録・消去状態とし非晶質部を記録状態とし、最短マーク長 $0.5\mu\text{m}$ 以下の複数の記録マーク長により情報を記録するための光学的情報記録用媒体であって、

相変化型記録層は膜厚が 5nm 以上 25nm 以下で、GeSbTe三元状態図において、

($\text{Sb}_{0.7}\text{Te}_{0.3}$)とGeを結ぶ直線A、

($\text{Ge}_{0.03}\text{Sb}_{0.68}\text{Te}_{0.29}$)と($\text{Sb}_{0.95}\text{Ge}_{0.05}$)を結ぶ直線B、

($\text{Sb}_{0.9}\text{Ge}_{0.1}$)と($\text{Te}_{0.9}\text{Ge}_{0.1}$)を結ぶ直線C、及び

($\text{Sb}_{0.8}\text{Te}_{0.2}$)とGeを結ぶ直線D

の4本の直線で囲まれた領域(ただし、境界線上を含まない)の組成を有するGeSbTe合金を主成分とする薄膜からなり、

第2保護層は膜厚が 5nm 以上 30nm 以下である

ことを特徴とする光学的情報記録用媒体に存する。

本発明の他の要旨は、上記媒体と併せ用いるに好ましい光記録方法に存する。

図面の簡単な説明

第1図は、非晶質マーク形状の例を示す図である。

第2図は、本発明の一例の媒体に記録を行った場合の反射率変化を示す図である。

第3図は、本発明の媒体の記録層の組成範囲を示すGeSbTe三元状態図である。

第4図は、従来のGeSbTe組成の範囲を示すGeSbTe三元状態図である。

第5図は、本発明の媒体の層構成の一例を示す模式図である。

第6図は、信号強度と信号振幅、変調度の関係を示すための信号波形図である。

第7図は、反射率の第1保護層膜厚依存性を説明するためのグラフである。

第8図は、パワー3値変調記録方式の、パルス分割方法の一例を示す図である。

第9図は、記録層の温度の時間変化を説明するための模式図である。

第10図は、マーク長変調記録に適したパワー3値変調記録方式の、パルス分割方法の一例を示す図である。

第11図は、第10図のパルス分割方法を実現するための、3種のゲート発生回路のタイミングを説明する概念図である。

第12図は、実施例1及び比較例1におけるジッターの再生光パワー依存性を示すグラフである。

第13図は、実施例1におけるジッターの記録パルス分割方法依存性を示すグラフである。

第14図は、実施例1におけるジッターの記録パルス分割方法依存性を示すグラフである。

第15図は、実施例2におけるジッター、反射率及び変調度の記録パワー依存

性を示すグラフである。

第16図は、実施例2におけるジッター、反射率及び変調度の、繰返しオーバーライト回数依存性を示すグラフである。

第17図は、実施例2（g1）及び実施例2（d2）におけるジッターのマーク長依存性を示すグラフである。

第18図は、実施例2におけるジッターの基板のチルト角依存性を示すグラフである。

第19図は、実施例4における10回オーバーライト後のジッターの α_1 及び α_2 依存性を示すグラフである。

第20図は、実施例4におけるジッター、R t o p 及び変調度の繰返しオーバーライト回数依存性を示すグラフである。

第21図は、（a）実施例6におけるジッターのパルス分割方法依存性、（b）ジッターの書込みパワー依存性、並びに（c）10回オーバーライト後のR t o p 及び変調度の書込みパワー依存性を示すグラフである。

第22図は、実施例6におけるジッター、R t o p 及び変調度の繰返しオーバーライト回数依存性を示すグラフである。

第23図は、実施例6におけるジッターのマーク長依存性を示すグラフである。

第24図は、（a）比較例2におけるジッターのパルス分割方法依存性、（b）ジッターの書込みパワー依存性、並びに（c）10回オーバーライト後のR t o p 及び変調度の書込みパワー依存性を示すグラフである。

第25図は、比較例3で用いた記録方法のパルス分割方法を示す図である。

第26図は、比較例3におけるジッターのマーク長依存性及び線速依存性を示すグラフである。

第27図は、比較例6におけるジッターのP w 及びP e 依存性を示すグラフである。

第28図は、実施例8におけるジッターの最短マーク長依存性を示すグラフである。

第29図は、実施例10及び比較例8におけるジッターのPw依存性を示すグラフである。

第30図は、デジタルデータ信号とウォブル波形の関係を説明する図である。

第31図は、デジタルデータ信号によりウォブル波形を変調させる機構を説明する図である。

第32図は、実施例11における変調度とRt o pの溝幅依存性を示すグラフである。

発明の詳細な説明

本発明者らは、結晶状態を未記録・消去状態、非晶質状態を記録状態とする相変化媒体において、消去が、非晶質部又は溶融部と、周辺結晶部との境界からの結晶成長によって実質的に進行する再結晶化により行われるような媒体が、高速かつ高密度で安定な記録を行うことができることを見いだした。つまり、高速でオーバーライトすることができ、マークエッジのジッターが小さい、高密度のマーク長変調記録を行うことができ、形成されたマークの経時安定性が非常に良好である。

一般に、非晶質マークの消去過程は、記録層を結晶化温度以上融点近傍以下に加熱し、非晶質固相状態又は溶融状態としたのち、冷却するときに再結晶化することによって起こる。

本発明者らの研究によれば、非晶質マークの消去、すなわち再結晶化は、

(1) 非晶質領域内の結晶核生成と、(2) 非晶質部又は溶融部と、結晶部との境界を起点とする結晶成長、の2つのプロセスによって進行するが、前者の結晶核生成がほとんど起こらないようにし、実質的に、後者の結晶成長プロセスのみを利用することで、上記のような効果が得られることが分かった。

通常、結晶化は結晶化温度以上融点近傍以下で進行するが、結晶核生成はその温度範囲内でも比較的低温側、結晶成長は高温側で進行する。結晶核生成がなければ消去ができないというわけではなく、非晶質部又は溶融部を囲む周辺結晶領

域との境界点を核として結晶成長が高速に進めば消去は可能である。

特に、微小なマークあるいは短いマークほど、このような周辺結晶部からの結晶成長のみによってマーク中心まで瞬時に結晶化されやすいため、極めて短時間で完全に消去することができる。従って、最短マーク長が $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 以下という微小なマークを用いる高密度記録媒体においてこそ、効果が顕著であり、 100 ナノ秒オーダー以下で消去ができ、高速でのオーバーライトが可能である。

なお、最短マーク長は、一般に、短いほど高密度記録ができるが、マークの安定性の面からは、 10 nm 以上が好ましい。

また、マークの横幅が狭いほど、やはり周辺結晶部からの結晶成長のみによってマーク中心まで瞬時に結晶化されやすく好ましい。従って、情報を記録するトラックのトラックピッチは、例えば $0.8\text{ }\mu\text{m}$ 以下とし、マークが横に広がらないようにするのが好ましい。通常、マーク横幅はトラックピッチの半分程度となる。なお、トラックピッチは、一般に、狭いほど高密度記録ができるが、マークの安定性の面からは、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以上が好ましい。トラックは溝のみであっても、溝とランドの両方であってもよい。

本発明の媒体は非晶質マークの経時安定性にも優れる。

すなわち、周辺結晶部からの結晶成長は、結晶化温度以上融点近傍以下のなかでも、融点に近い比較的高温域のみで進行し、低温では殆ど進行しないので、一旦形成された非晶質マークは結晶化されにくく、経時安定性に優れる。結晶化温度は通常 $100^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$ の範囲であるが、この温度程度までは熱的安定性が維持できる。

特に、 100°C 未満の通常の使用範囲では、記録された非晶質マークは極めて安定で、記録済み信号の振幅はほとんど劣化しない。逆に、そのような経時安定性から結晶核生成をほとんど伴わないことも結論できる。

さらに、本発明の媒体は、マーク長記録において、極めて揺らぎの少ない、スムーズなマークエッジを形成できるという利点がある。

一般に、非晶質マークを記録する際には、記録層を一旦溶融し再凝固させ非晶

質とするが、マーク辺縁部は中心に比べ低温であるため、従来は、マーク辺縁部では結晶核成長による再結晶化が起こりやすく、非晶質の混在した粗大グレインが生じ、マークエッジゆらぎの原因となっていた。

本発明媒体は、消去時に、非晶質部又は熔融部と、結晶部との境界からの結晶成長が支配的で、かつ高速であるということは、記録時にも同様の原理がはたらき、熔融領域が再凝固し非晶質化する際にも、周辺結晶部からの結晶成長のみが起こり、結晶核成長による結晶化は起こりにくくマークエッジがゆらぎにくいという特徴がある。

すなわち、周辺結晶部からの結晶成長は、結晶化温度以上融点近傍以下のなかでも、融点に近い比較的高温域のみで進行し、低温では殆ど進行しないので、熔融状態からの再凝固時に、温度が低下して融点を通過する時点の冷却速度のみによって、非晶質マークの境界形状が決まる。

そして、従来問題であった、再凝固時に起きる結晶核成長による非晶質の混在した粗大グレインが非晶質マーク周辺にほとんど全く形成されないのである。これは、マークエッジのゆらぎによるノイズ抑制に極めて効果的であることが分かった。

さらにまた、マークエッジ形状も経時的に変化することなく安定なので、初期ジッタが小さいだけでなく、ジッタの経時劣化もほとんどない。

本発明の結晶化の原理についてより詳細に説明する。

本媒体においては、非晶質マークと周辺結晶部との境界部が結晶成長の核となるのであって、非晶質マーク内部ではほとんど結晶核が発生しない。従って、マーク境界部からのみ結晶が成長する。

一方、従来のGeTe-Sb₂Te₃系の記録層は、非晶質マーク内に結晶核がランダムに生成し、それが成長して結晶化が進む。

両者の結晶化過程の差は、透過電子顕微鏡で確認できる。非晶質マーク形成後の両記録層に、比較的低いパワーの消去光を直流的に照射すると、GeTe-Sb₂Te₃系の記録層は、温度が高くなる非晶質マーク中央部から結晶化が進むの

が観察されるのに対し、本発明記録層では、非晶質マーク周辺部から結晶成長しているのが観察される。特に、非晶質マークの前端及び後端からの結晶成長が著しい。

このような原理で消去が行われる記録層組成は、 $Sb_{0.7}Te_{0.3}$ 共晶点近傍組成に、過剰のSbと20原子%程度までの他元素を添加した合金系に多く見いだされる。すなわち、 $M_y(Sb_xTe_{1-x})_{1-y}$ ($0.6 \leq x \leq 0.9$, $0 < y \leq 0.2$, MはGa、Zn、Ge、Sn、Si、Cu、Au、Al、Pd、Pt、Pb、Cr、Co、O、S、Se、Ta、Nb、Vのうちの少なくとも1種)合金を主成分とする薄膜である。

$Sb_{0.7}Te_{0.3}$ に過剰のSbを含む合金は、非晶質マーク周辺部の結晶からの結晶成長が、 $GeTe-Sb_2Te_3$ 擬似二元合金系と比べて著しく大きいため、高線速でのオーバーライトが可能という特徴を有する。過剰のSbは、非晶質マーク内のランダムな結晶核生成及び結晶核成長を促進するのではなく、周辺結晶部からの結晶成長速度を大幅に増大する。

但し、SbTe二元合金では、結晶核生成も少なからず起こるため、非晶質マークの経時安定性が極めて悪く、適当な元素を添加する必要がある。

本発明者らの検討によれば、Geの添加は、結晶核生成の抑制に極めて効果的である。

さて、非晶質マークの再結晶化が、実質的に周辺結晶部からの再結晶化のみに支配されているかどうかは、経時安定性の評価から間接的に知ることができる。

具体的な評価方法としては、高温高湿下の加速環境試験を行ったときの、再生信号の変調度を測定する方法が挙げられる。

すなわち、最短マーク長 $0.5 \mu m$ 以下の複数のマーク長により信号を記録したとき、記録直後に再生した信号の変調度を M_0 とし、

記録後、 $80^\circ C$ $80\% RH$ の条件下で1000時間経過ののち再生した信号の変調度を M_1 とすると、下記式の関係を満たす。

$$M_1/M_0 \geq 0.9$$

マーク長変調方式は限定されず、EFM変調、EFMプラス変調、(1, 7) RLL-NRZI (run length limited-non return to zero inverted) 変調などを用いることができるが、第6図に示すようなランダム信号を、最短マーク長を $0.5\mu\text{m}$ 以下として記録する。本評価の際には、最短マーク長は $0.2\mu\text{m}$ 程度以上とするのが好ましい。なお、全ての評価条件において上記式を満たす必要はなく、一つの評価条件において上記式を満たせばよい。

一例としては、最短マーク長 $0.4\mu\text{m}$ の複数のマーク長により、EFMプラス変調方式のランダム信号を記録する。

変調度は、その変調方式の最長マークの信号振幅をトップの信号強度で規格化したものである。第6図にEFMプラス変調されたランダム信号を記録し再生したときのDC再生信号(直流成分を含む再生信号)の波形を示す。変調度は、14Tマークのトップの信号強度 I_{100} と信号振幅 I_{14} との比 I_{14}/I_{100} として定義される。

変調度が不変であれば、非晶質マークサイズは十分安定であると判断できる。加速試験前に記録したランダム信号の変調度が、加速試験後にも初期の値の90%以上を保っていれば、結晶核生成を実質的に伴わないことが推定できる。

本発明の記録層では、周辺結晶部からの結晶成長は融点直下の高温領域で起こりやすいため、非晶質マーク形成のために記録層を熔融し再凝固させる時にも、周辺結晶部から結晶成長が起こり得る。従って、熔融後の冷却速度が遅く非晶質として固化するに必要な臨界冷却速度に達しない場合、熔融領域全体がほとんど瞬時に再結晶化してしまう。

これは以下の実験により確認できる。

記録再生光を案内する溝を設けた 0.6mm 厚のポリカーボネート基板上に、 $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ 第1保護層を膜厚 68nm 、 $\text{Ge}_{0.05}\text{Sb}_{0.71}\text{Te}_{0.24}$ 記録層を膜厚 18nm 、 $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ 第2保護層を膜厚 20nm 、 $\text{Al}_{0.995}\text{Ta}_{0.005}$ 反射層を膜厚 250nm 、この順に設け、さらに紫外線硬化樹脂保護層を膜厚 $4\mu\text{m}$ 設けた。これら2枚を、記録層のある側を内側にしてホ

ットメルト接着剤で貼合せて光記録媒体とした。本記録層組成は、線速約 7 m/s 以上でオーバーライト可能とすべく $S_b / T_e \approx 3$ とした。本媒体に、長径約 $100 \mu\text{m}$ 、短径約 $1.5 \mu\text{m}$ の楕円レーザー光を、短軸方向に走査して熔融再結晶化して初期化した。

本媒体に、波長 637 nm 、 $NA = 0.63$ の集束光を、案内溝に従って線速 7 m/s で照射した。記録パワー P_w が 10 mW の記録光を直流的に照射したのち、パワーを急激に落とし 1 mW とした。即ち、実質的に記録光を遮断した。なお、ビーム径は約 $0.9 \mu\text{m}$ で、ガウシアンビームでエネルギー強度がピーク強度の $1/e^2$ 以上となる領域に相当する。

第2図に、記録光を遮断した前後での反射率変化を示す。第2図の下段のごとく、時間の経過に従って、記録光を遮断した。第2図下段の左側で記録光が連続的に、すなわち直流的に照射され、右側では遮断されている。同じ領域を、再生パワー 1.0 mW の再生光で走査したところ、第2図上段のような再生波形が得られた。これは反射率変化に対応している。

記録光を瞬間的に遮断した付近で反射率が低下しており、その前後では反射率はほぼ同じである。TEM観察により、反射率低下部は非晶質となっており、その前後では結晶であることが確認された。すなわち、記録光を連続的に照射している限りは熔融部は再結晶化してしまい、記録光を遮断した部分の近辺の熔融領域だけが非晶質化する。

これは、記録光を連続的に照射した場合には、後続部分からの余熱により記録層の冷却速度が抑制され、非晶質形成に必要な臨界冷却速度が得られないのに対して、記録光を一旦、遮断することで、後続部分からの余熱を遮断し、冷却速度を上げることができるからである。

なお、記録パワー P_w を 7 mW 以上としたとき、記録光の遮断によって、非晶質マークが形成されていた。

検討の結果、本発明の媒体は、一定線速度で、記録層を熔融させるに足る記録パワー P_w の記録光を連続的に照射すると概ね再結晶化され、一定線速度で、記

録層を熔融させるに足る記録パワー P_w の記録光に続けて、パワーがほぼ 0 の記録光を照射すると非晶質マークが形成されることが分かった。パワーがほぼ 0 とは、厳密に 0 である必要はなく、 $0 \leq P_b \leq 0.2 P_w$ なるバイアスパワー P_b 、より好ましくは $0 \leq P_b \leq 0.1 P_w$ なるバイアスパワー P_b とすることである。

本発明においては、熔融部の再凝固時の再結晶化は、ほとんど、周辺の固相結晶部からの結晶成長によってのみ起こる。従って再結晶化部は非晶質マークの中心部には形成されないため、なめらかで連続的なマークエッジが形成される。

従来、このように著しく再結晶化しやすい材料は、マーク長記録用の記録層に適さないと考えられてきた。なぜなら、長マークを形成するために記録光を長く照射すると、熔融領域のほとんどは結晶化してしまうからである。

しかし、本発明者らの検討によれば、最短マーク長 $0.5 \mu\text{m}$ 未満という高密度記録においては、熔融領域の非晶質化と、周辺の固相結晶部の境界からの再結晶化との競合過程を積極的に用いたほうが、良好なジッタを得ることができる。

そのために、後述のごとく長さ nT のマークの形成に、記録パワー P_w 印加区間とその遮断区間、即ちバイアスパワー P_b 印加区間を組み合わせ、パルス分割方式が極めて有効であることを見いだしたのである。

パルス分割方式により記録すると、第 1 図のように、矢羽型（もしくは三日月型）の非晶質部が連なって非晶質マークが形成される。

該マークの始端の形状は先頭の矢羽型非晶質部の始端の形状によって、該マークの後端の形状は最後端の矢羽型非晶質部の後端の形状によってのみ定まる。

通常、非晶質部の始端形状はなめらかであるから、マーク始端形状もなめらかである。前方への熱の逃げにより冷却速度は十分高く保たれるから、ほぼ熔融領域先端の形状を反映し、従って記録パルスの立上がり時間により支配されるからである。記録パルス、即ち P_w 印加区間の立上がりは、2～3 ナノ秒以下であればよい。

一方、非晶質部の後端形状は、記録パルスの立下がり時間で決まる冷却速度と、周辺、特に後端の結晶部から進行する再結晶化領域の大きさによって定まる。

冷却速度を十分高くするためには、Pw印加区間の立下がり、2～3ナノ秒以下が望ましい。再結晶化領域の大きさは、オフパルス、即ちPb印加区間の長さにより正確に制御できる。

さらに、層構成として前述の超急冷構造を適用して、記録層の冷却速度をできるだけ急峻にするとともに、冷却速度の空間分布をマーク後端付近で急峻になるようにして、マーク端部の位置がゆらがないようにすることも重要である。

さて、本発明者らは、短マークを高速で記録でき、かつ記録マークの経時安定性に優れた光記録媒体について鋭意検討の結果、 $Sb_{0.7}Te_{0.3}$ 共晶組成近傍にGeを添加した特定組成が特に優れることを見出すとともに、層構成を適切に選ぶことにより、他の特性にも優れた光記録媒体を得た。

すなわち、 $Sb_{0.7}Te_{0.3}$ に過剰のSb及びGeを加えた従来にない三元合金に着目し、高密度なマーク長変調記録への適性を検討した。その結果、第3図に示すGe-Sb-Te三元状態図において、4本の直線A、B、C、Dに囲まれた、極めて限定的なGe-Sb-Te比の記録層組成を用いた媒体が、高密度なマーク長変調記録において、繰返しオーバーライト耐久性と経時安定性に特に優れることを見いだしたものである。

すなわち、Ge-Sb-Te三元状態図において、

($Sb_{0.7}Te_{0.3}$)とGeを結ぶ直線A、

($Ge_{0.03}Sb_{0.68}Te_{0.29}$)と($Sb_{0.95}Ge_{0.05}$)を結ぶ直線B、

($Sb_{0.9}Ge_{0.1}$)と($Te_{0.9}Ge_{0.1}$)を結ぶ直線C、及び

($Sb_{0.8}Te_{0.2}$)とGeを結ぶ直線D

の4本の直線で囲まれた領域（ただし、境界線上を含まない）の組成を有するGe-Sb-Te合金を主成分とする薄膜を記録層とする。この記録層に後述の層構成を用いることにより、最短マーク長 $0.5\mu m$ 以下の高密度マーク長変調記録に非常に適した媒体となるのである。そして、DVDと同等の記録密度とDVDとの優れた再生互換性を得ることができる。

かつ、繰返しオーバーライト耐久性や、記録パワー・消去パワーの変動に対

して良好なジッタが得られるマージンを広く確保できる。

この組成範囲内では、 $\text{Sb}_{0.7}\text{Te}_{0.3}$ 合金において $y = 0.7$ より Sb 量が多いほど、過剰の Sb 量が増え、結晶化速度が速く高線速でのオーバーライトが可能になる。

より具体的には、EFMプラス変調記録（8-16変調のマーク長変調記録）において、最短マークである3Tマークの長さを $0.4\mu\text{m}$ あるいは $0.35\mu\text{m}$ 程度まで短縮しても、良好なジッタが得られる。また、十分なサーボ信号が得られ、既存の再生専用DVDドライブでトラッキングサーボをかけることができる。さらに、線速 $1\sim 10\text{m/s}$ のいずれかの線速度でオーバーライト可能である。

これにより、再生専用DVDと同容量でほぼ再生互換性のある書換え型DVDを得ることができる。

過剰な Sb 量を制御すれば、さらに、 8m/s 以上の高線速で、上記のような高品質、高密度のオーバーライトが可能である。また、記録パルス分割方法（パルスストラテジー）を後述のように線速に応じて変化させることで、少なくとも $3\sim 8\text{m/s}$ を含む広い線速範囲において良好なオーバーライトが可能になる。

本組成について、以下に詳細に説明する。

Ge 添加量が10原子%以下の $\text{Sb}_{0.7}\text{Te}_{0.3}$ 共晶点近傍組成では、 Sb/Te 比が大きいくほど結晶化速度が速くなる傾向がある。これは、 $\text{Sb}_{0.7}\text{Te}_{0.3}$ より過剰の Sb は Sb クラスタとして析出し再結晶化過程において結晶核として働くからである。そして、 $\text{Sb}_{0.7}\text{Te}_{0.3}$ より過剰の Sb がない場合は消去性能が不十分で実質的にオーバーライト不可能である。また、初期化時に核生成がほとんどないため、初期化が困難で生産性が非常に悪いという問題もある（直線A）。

一方、 $\text{Sb}_{0.7}\text{Te}_{0.3}$ 共晶二元合金で Sb 量を増やしていくと、結晶化速度が速くなるのと引き替えに、結晶化温度も低下し、非晶質マークの経時安定性を損ねてしまう。また、 3m/s 前後の低線速での記録に適さないし、形成された非晶質マークが短時間の再生光（レーザーパワー約 1mW 程度）照射で消えてしま

う。従って、 $(\text{Sb}_{0.8}\text{Te}_{0.2})$ と Ge を結ぶ直線 D よりも過剰の Sb は含まれるべきではない。

また、直線 A と D で規定された過剰の Sb 量の範囲においては、SbTe 二元のままでは、結晶化温度が低いうえに過剰 Sb の結晶核が存在して非晶質マークが不安定になりすぎるため、過剰 Sb 量が多いほど Ge を添加する。Ge の 4 配位結合により、結晶核生成をほぼ完全に抑制する。結果として結晶化温度は上昇し、経時安定性が増す。 $(\text{Ge}_{0.03}\text{Sb}_{0.68}\text{Te}_{0.29})$ と $(\text{Sb}_{0.95}\text{Ge}_{0.05})$ を結ぶ直線 B はこの条件を規定している。より好ましくは、 $(\text{Ge}_{0.03}\text{Sb}_{0.68}\text{Te}_{0.29})$ と $(\text{Sb}_{0.9}\text{Ge}_{0.1})$ を結ぶ直線 B' より多く Ge を含ませる。

さらには、Ge 含有量が 10 原子%以上となるとマーク長記録時のジッタが悪化するし、繰返しオーバーライトによって高融点の Ge 化合物、とくに GeTe が偏析しやすくなる。また、成膜直後の非晶質膜の結晶化が極めて困難になるので好ましくない（直線 C）。ジッタを低減するために、より好ましくは Ge は 7.5 原子%以下とする。

なお、線速度 3 m/s 以上でオーバーライトするには、記録層を $\text{Ge}_x(\text{Sb}_y\text{Te}_{1-y})_{1-x}$ 合金を主成分とする薄膜 ($0.04 \leq x < 0.10$, $0.72 \leq y < 0.8$) とするのが好ましい。すなわち、線速度 3 m/s 以上での記録には、Sb 量を多くし、 $\text{Sb}_y\text{Te}_{1-y}$ 合金において $y \geq 0.72$ とするのが好ましい。ただし、Sb 量を多くすることにより非晶質マークの安定性が若干悪化するため、これを補うのに $x \geq 0.04$ と Ge を多めにするのが好ましい。

さらには、線速度 7 m/s 以上でオーバーライトするには、記録層を $\text{Ge}_x(\text{Sb}_y\text{Te}_{1-y})_{1-x}$ 合金を主成分とする薄膜 ($0.045 \leq x \leq 0.075$, $0.74 \leq y < 0.8$) とするのが好ましい。すなわち、線速度 7 m/s 以上での記録には、Sb 量をさらに多くし、 $\text{Sb}_y\text{Te}_{1-y}$ 合金において $y \geq 0.74$ とするのが好ましい。このとき、非晶質マークの安定性を上げるため、Ge 量は $x \geq 0.045$ とする。一方、高線速ではジッタが悪化しやすいため、これを補うために Ge 量は $x \leq 0.075$ とする。

さて、従来よりGeSbTe三元組成、もしくはこの三元組成を母体として添加元素を含有する記録層組成に関して報告がなされている（特開昭61-258787号公報、同62-53886号公報、同62-152786号公報、特開平1-63195号公報、同1-211249号公報、同1-277338号公報）。

しかしながら、これらに記載された組成はいずれも、 $(Sb_{0.7}Te_{0.3})$ とGeを結ぶ直線AよりSbプアな組成であり、本発明組成範囲とは異なる。

これらはむしろ、 Sb_2Te_3 金属化合物組成を主体としている。また、GeTe-Sb₂Te₃擬似二元合金系では、本発明とは逆に、過剰のSbは結晶化速度を遅らせるという効果があるため、5m/s以上の高線速でオーバーライトする場合には、GeTe-Sb₂Te₃の直線上、特にGe₂Sb₂Te₃組成に、過剰のSbを含ませることはむしろ有害である。

過剰なSbを含む $Sb_{0.7}Te_{0.3}$ 近傍でGeを含む第3元素を選択的に加えた組成としては、特開平1-100745号公報（第4図（a）組成範囲α）、特開平1-303643号公報（第4図（a）組成範囲β）に記載されたものがある。

しかしながら、特開平1-100745号公報は、母体組成である $Sb_{1-x}Te_x$ において $0.10 \leq x \leq 0.80$ と極めて広範囲であり、 $Sb_{0.7}Te_{0.3}$ よりSb過剰な領域のみを利用することで、高密度記録において繰返しオーバーライト耐久性と経時安定性に優れるという本願思想は見られない。

特開平1-303643号公報は、本願のごとき高密度記録においてSbが直線Dを超えて過剰に含まれると非晶質マークの経時安定性が損なわれるとの弊害について触れられていない。また、いずれの公報もGeが直線Cを超えて過剰に含まれることの弊害については触れていない。

また、本発明の記録層組成と一部重複する組成としては、第4図（b）に示されるように、特開平1-115685号公報（組成範囲γ）、同1-251342号公報（組成範囲δ）、同3-71887号公報（組成範囲ε）及び同4-2

8 5 8 7 号公報（組成範囲 η ）に記載されたものがある。

特開平 1 - 1 1 5 6 8 5 号公報は、組成範囲 γ を母体として Au、Pd を添加するものであるが、低密度記録を目的とし、本発明組成とは直線 A 及び直線 B により実質的に区別されている。該公報の組成は、マーク長約 1.1 μm に相当する低密度での記録（線速 4 m/s、周波数 1.75 MHz、デューティー 50% の方形波）と DC 消去に適したものであるため、短マークを含む高密度記録を目的とする本発明の組成とは、適する組成が異なると考えられる。

特開平 1 - 2 5 1 3 4 2 号公報の組成範囲 δ は、Sb、Te 共晶に Ge を約 10 原子% 以上添加した系を主体とする、極めて Ge リッチな Ge Sb Te 系であり、本発明組成とは直線 C によって実質的に区別されている。組成範囲 δ のうち Ge が 10 原子% より多く含まれる組成では、前述のように結晶化速度が遅く、特に成膜後の記録層を結晶化させる初期化操作が困難であるために、生産性が低く実用に供されないという深刻な問題がある。該公報においては、この結晶化速度の問題を克服するために、結晶核となる Au、Pd を別途添加しているが、本発明のように直線 C より Ge が少ない領域では、そのような必要はない。

また、該公報においては、Ge の量が 10 原子% より少ないと記録部と非記録部で十分な光量変化が得られないと記載されているが、本発明においては、保護層や反射層を含む層構成を工夫することによって、変調度 60% 以上という非常に大きな反射光量変化が得られている。

特開平 3 - 7 1 8 8 7 号公報の組成範囲 ϵ は、低密度記録を目的とし、本発明組成とは直線 C によって実質的に区別されている。特に本発明組成範囲を利用することで、高密度記録において繰返しオーバーライト耐久性と経時安定性に優れるという本願思想は見られない。

特開平 4 - 2 8 5 8 7 号公報の組成範囲 η は、極めて Sb リッチおよび Ge リッチな組成を含んでおり、本発明組成とは直線 D によって実質的に区別されている。

以上述べたように、上記いずれの公報も、本発明の目的とする、最短マーク長

が $0.5\mu\text{m}$ 以下となるような高密度なマーク長変調記録に関する技術的課題は明らかにされておらず、そのための最適組成の選択、層構成や記録方法の改善については全く開示されていない。

次に、本発明の光学的情報記録用媒体の層構成について説明する。本発明の媒体は、上述した組成の記録層と以下の層構成を組み合わせることにより、最短マーク長 $0.5\mu\text{m}$ 以下の高密度マーク長変調記録をする際に、少なくとも 3m/s から 8m/s 、好ましくは 1m/s から 10m/s をカバーする広い線速範囲でオーバーライト可能な媒体を実現することができる。そして、いわゆるDVDと再生互換を維持することができる。

相変化型記録層は、上下の少なくとも一方を保護層で被覆されている。

さらに第5図(a)に示すように、基板1/第1保護層2/記録層3/第2保護層4/反射層5の構成を有し、その上を紫外線もしくは熱硬化性の樹脂で被覆(保護コート層6)されている。第5図(a)のような各層の順序は、透明基板を介して記録再生用の集束光ビームを記録層に照射する場合に適している。

あるいは、上記各層の順序を逆にして、第5図(b)のように、基板1/反射層5/第2保護層4/記録層3/第1保護層2という順に積層される構成もとりうる。この層構成は、第1保護層側から集束光ビームを入射する場合に適している。このような構成は、対物開口数NAが 0.7 以上で、記録層と対物レンズの距離を縮める必要が高い場合に有用である。

第5図(a)に示す構成であれば、基板には、ポリカーボネート、アクリル、ポリオレフィンなどの透明樹脂、あるいは透明ガラスを用いることができる。

なかでも、ポリカーボネート樹脂はCDにおいて最も広く用いられている実績もあり、安価でもあるので最も好ましい。

第5図(b)に示す構成でも同様に樹脂あるいはガラスが使用できるが、基板自体は透明である必要はなく、むしろ平坦性や剛性を高めるために、ガラスやアルミニウム合金を用いることが好ましい場合がある。

基板には記録再生光を案内するピッチ $0.8\mu\text{m}$ 以下の溝を設けるが、この溝

は、必ずしも幾何学的に台形状の溝である必要はなく、たとえば、イオン注入などによって、屈折率の異なる導波路のようなものを形成して光学的に溝が形成されていても良い。

第5図(a)に記載の層構成においては、記録時の高温による変形を防止するため、基板表面には第1保護層2が、記録層3上には第2保護層4が設けられる。第2保護層4は記録層3と反射層5の相互拡散を防止し、記録層の変形を抑制しつつ、反射層5へ効率的に熱を逃すという機能を併せ持つ。

第5図(b)においても集束光ビーム入射側からみて、第2保護層4は記録層3と反射層5との間の相互拡散防止、放熱、記録層変形防止の機能を有する。第5図(b)における第1保護層は、記録層の変形防止や、記録層と空気との直接接触防止(酸化汚染等の防止)、光ピックアップとの直接接触による損傷防止の機能がある。

反射層と基板のあいだに、さらに保護層を設けてもよい。例えば、樹脂製基板への熱ダメージを防ぐことができる。

第5図(b)に記載の構成においては、第1保護層2のさらに外側には、それより硬質の誘電体や非晶質カーボン保護膜を設けたり、紫外線あるいは熱硬化性樹脂層を設けることが望ましい。あるいは、厚さ0.05~0.6mm程度の透明な薄板を貼合わせ、この薄板を介して集束光ビームを入射することも可能である。

さらに、DVDのような媒体においては、第5図(a)の媒体を記録層面を内側として、接着剤で貼り合せた構造をとる。第5図(b)の媒体では、逆に記録層面を外側にして貼り合せることになる。さらに第5図(b)の媒体においては、一枚の基板の両面に射出成形によってトラッキング用の溝を形成し、両面にスパッタ法によって多層膜を形成しても良い。

記録層3、保護層2、4、反射層5はスパッタリング法などによって形成される。

記録層用ターゲット、保護層用ターゲット、必要な場合には反射層材料用ター

ゲットを同一真空チャンバー内に設置したインライン装置で膜形成を行うことが各層間の酸化や汚染を防ぐ点で望ましい。

保護層 2、4 の材料としては、屈折率、熱伝導率、化学的安定性、機械的強度、密着性等に留意して決定される。一般的には透明性が高く高融点である金属や半導体の酸化物、硫化物、窒化物、炭化物や C a, M g, L i 等のフッ化物を用いることができる。

これらの酸化物、硫化物、窒化物、炭化物、フッ化物は必ずしも化学量論的組成をとる必要はなく、屈折率等の制御のために組成を制御したり、混合して用いることも有効である。

保護層 2、4 は厚さ方向で組成比や混合比を変化させてもよい。また、保護層 2、4 はそれぞれ複数膜からなってもよい。各膜は要求される特性に応じ、材料や組成比、混合比を異ならせることができる。

繰返し記録特性を考慮するとこれらの保護層の膜密度はバルク状態の 80 % 以上であることが機械的強度の面から望ましい。混合物誘電体薄膜を用いる場合には、バルク密度として下式の理論密度を用いる。

$$\rho = \sum m_i \rho_i \quad (1)$$

m_i : 各成分 i のモル濃度

ρ_i : 単独のバルク密度

本発明の媒体の記録層 3 は相変化型の記録層であり、その厚みは一般的に 5 nm から 100 nm の範囲が好ましい。

記録層 3 の厚みが 5 nm より薄いと十分なコントラストが得られ難く、また結晶化速度が遅くなる傾向があり、短時間での消去が困難となりやすい。

一方 100 nm を越すとやはり光学的なコントラストが得にくくなり、また、クラックが生じやすくなる。

さらに、DVD など再生専用ディスクと互換性をとれるほどのコントラストを得る必要があり、かつ、最短マーク長が 0.5 μ m 以下となるような高密度記録では、5 nm 以上 25 nm 以下が好ましい。5 nm 未満では反射率が低くなりす

ぎ、また、膜成長初期の不均一な組成、疎な膜の影響が現れやすいので好ましくない。

一方、25 nmより厚いと熱容量が大きくなり記録感度が悪くなるし、結晶成長が3次元的になるため、非晶質マークのエッジが乱れジッタが高くなる傾向にある。さらに、記録層の相変化による体積変化が顕著になり繰返しオーバーライト耐久性が悪くなるので好ましくない。マーク端のジッタ及び繰返しオーバーライト耐久性の観点からは20 nm以下とすることがより望ましい。

また、記録層の密度はバルク密度の80%以上、より好ましくは90%以上であることが望ましい。ここでいう、バルク密度とは、もちろん、合金塊を作成して実測することもできるが、上記(1)式において、各成分のモル濃度を各元素の原子%に置き換え、バルク密度を各元素の分子量に置き換えることで近似値が得られる。

記録層の密度はスパッタ成膜法においては、成膜時のスパッタガス(Ar等の希ガス)の圧力を低くする、ターゲット正面に近接して基板を配置するなどして、記録層に照射される高エネルギーAr量を多くすることが必要である。高エネルギーArはスパッタのためにターゲットに照射されるArイオンが、一部跳ね返されて基板側に到達するものか、プラズマ中のArイオンが基板全面のシース電圧で加速されて基板に達するもののいずれかである。

このような高エネルギーの希ガスの照射効果をatomic peening効果という。一般的に使用されるArガスでのスパッタではatomic peening効果により、Arがスパッタ膜に混入される。膜中のAr量により、atomic peening効果を見積もることができる。すなわち、Ar量が少なければ、高エネルギーAr照射効果が少ないことを意味し、密度の疎な膜が形成されやすい。一方、Ar量が多ければ高エネルギーArの照射が激しく、密度は高くなるものの、膜中に取り込まれたArが繰返しオーバーライト時にvoidとなって析出し、繰返しの耐久性を劣化させる。記録層膜中の適当なAr量は、0.1原子%以上、1.5原子%以下である。さらに、直流スパッタリン

グよりも高周波スパッタリングを用いた方が、膜中A r量が少なくして、高密度膜が得られるので好ましい。

本発明において、記録層は上述の組成を有するGe Sb Te合金を主成分とする薄膜からなる。すなわち、記録層中のGe、Sb、Teの各元素量の比が上述の組成範囲にあればよく、記録層には必要に応じて他の元素を、合計10原子%程度まで添加してもよい。

記録層にさらに、O、N、及びSから選ばれる少なくとも一つの元素を、0.1原子%以上5原子%以下添加することで、記録層の光学定数を微調整することができる。しかし、5原子%を超えて添加することは、結晶化速度を低下させ消去性能を悪化させるので好ましくない。

また、オーバーライト時の結晶化速度を低下させずに、経時安定性を増すために、V、Nb、Ta、Cr、Co、Pt及びZrの少なくとも一種を、8原子%以下添加するのが好ましい。より好ましくは、0.1原子%以上5原子%以下添加する。Sb Teに対する、これら添加元素とGeの合計の添加量は全部で15原子%以下であることが望ましい。過剰に含まれるとSb以外の相分離を誘起してしまう。特に、Ge含有量が3原子%以上、5原子%以下の場合には添加効果が大きい。

経時安定性の向上と屈折率の微調整のために、Si、Sn、及びPbの少なくとも一種を、5原子%以下添加するのが好ましい。これら添加元素とGeの合計の含有量は15原子%以下が好ましい。これら元素はGeと同じ4配位ネットワークを持つ。

Al、Ga、Inを8原子%以下添加することは、結晶化温度を上昇させると同時に、ジッタを低減させたり、記録感度を改善する効果もあるが、偏析も生じやすいため、6原子%以下とするのが好ましい。また、Geとあわせた含有量は15原子%以下、好ましくは13%以下とすることが望ましい。

Agを8原子%以下添加することはやはり記録感度を改善する上で効果があり、特にGe原子量が5原子%を超える場合に用いれば、効果が顕著である。しかし、

8原子%を超える添加は、ジッタを増加させたり、非晶質マークの安定性を損ねるので好ましくないし、Geと合わせた添加量が15原子%を超えると偏析を生じやすいので好ましくない。Agの含有量として最も好ましいのは、5原子%以下である。

さて、本発明の記録媒体の記録層3は、成膜後の状態は通常、非晶質である。従って、成膜後に、記録層全面を結晶化して初期化された状態（未記録状態）とする必要がある。

初期化方法としては、Sb_{0.7}Te_{0.3}に過剰なSbを含む合金には、固相でのアニールによる初期化も可能であるが、さらにGeを含む組成では、一旦記録層を熔融させ再凝固時に徐冷して結晶化させる熔融再結晶化による初期化が望ましい。

本記録層は成膜直後には結晶成長の核がほとんどなく、固相での結晶化は困難であるが、熔融再結晶化によれば、少数の結晶核が形成されてのち、熔融して、結晶成長が主体となって高速で再結晶化が進むようである。

また、本発明の記録層は、熔融再結晶化による結晶と、固相でのアニールによる結晶とは反射率が異なるため、混在するとノイズの原因となる。そして、実際のオーバーライト記録の際には、消去部は熔融再結晶化による結晶となるため、初期化も熔融再結晶化により行うのが好ましい。

このとき、記録層を熔融するのは局所的かつ、1ミリ秒程度以下の短時間に限る。熔融領域が広がったり、熔融時間あるいは冷却時間が長すぎると、熱によって各層が破壊されたり、プラスチック基板表面が変形したりするためである。

このような熱履歴を与えるには、波長600～1000nm程度の高出力半導体レーザー光を、長軸100～300μm、短軸1～3μmに集束して照射し、短軸方向を走査軸として、1～10m/sの線速度で走査することが望ましい。同じ集束光でも円形に近いと熔融領域が広すぎ、再非晶質化がおきやすく、また、多層構成や基板へのダメージが大きくなり好ましくない。

初期化が熔融再結晶化によって行われたことは以下のようにして確認できる。

すなわち、該初期化後の媒体に、直径約1.5 μm より小さいスポット径に集束された、記録層を溶融するにたる記録パワー P_w の記録光を、直流的に、一定線速度で照射する。案内溝がある場合は、その溝もしくは溝間からなるトラックに、トラッキングサーボ及びフォーカスサーボをかけた状態で行う。

その後、同じトラック上に消去パワー P_e ($\leq P_w$) の消去光を直流的に照射して得られる消去状態の反射率が、全く未記録の初期状態の反射率とほとんど同じであれば、該初期化状態は溶融際結晶状態と確認できる。

なぜなら、記録光照射により記録層は一旦溶融されており、それを消去光照射で完全に再結晶化した状態は、記録光による溶融と消去光による再結晶化の過程を経ており、溶融再結晶化された状態にあるからである。

なお、初期化状態の反射率 R_{ini} と溶融再結晶化状態 R_{cry} の反射率がほぼ同じであるとは、 $(R_{ini} - R_{cry}) / \{ (R_{ini} + R_{cry}) / 2 \}$ で定義される両者の反射率差が20%以下であることを言う。通常、アニール等の固相結晶化だけでは、その反射率差は20%より大きい。

次に、記録層以外の層について述べる。

本発明の層構成は、急冷構造と呼ばれる層構成の一種に属する。急冷構造は、放熱を促進し、記録層再凝固時の冷却速度を高める層構成を採用することで、非晶質マーク形成のときの再結晶化の問題を回避しつつ、高速結晶化による高消去比を実現する。このため第2保護層膜厚は、5 nm以上30 nm以下とする。5 nmより薄いと、記録層溶融時の変形等によって破壊されやすく、また、放熱効果が大きすぎて記録に要するパワーが不必要に大きくなってしまう。

本発明の、第2保護層の膜厚は、繰返しオーバーライトにおける耐久性に大きく影響し、特にジッタの悪化を抑制する上でも重要である。膜厚が30 nmより厚い場合には、記録時に、第2保護層の記録側と、反射層側とで温度差が大きくなり、保護層の両側における熱膨張差から、保護層自体が非対称に変形しやすくなる。この繰返しは、保護層内部に微視的塑性変形を蓄積させ、ノイズの増加を招くので好ましくない。

本発明の記録層を用いると、最短マーク長 $0.5\mu\text{m}$ 以下の高密度記録において低ジッタを実現できるが、本発明者らの検討によれば、高密度記録を実現するために短波長のレーザーダイオード（例えば、波長 700nm 以下）を用いる場合には、上記急冷構造の層構成についても、一層の留意が必要になる。特に、波長が 500nm 以下、開口数 NA が 0.55 以上の小さな集束光ビームを用いた1ビームオーバーライト特性の検討において、マーク幅方向の温度分布を平坦化することが、高消去比及び消去パワーマージンを広く取るために重要であることが分かった。

この傾向は、波長 $630\sim 680\text{nm}$ 、 $NA=0.6$ 前後の光学系を用いた、DVD対応の光学系においても同様である。このような光学系を用いた高密度マーク長変調記録においては、特に、熱伝導率の低い材料を第2保護層として用いる。好ましくはその膜厚を 10nm 以上 25nm 以下とする。

いずれの場合にも、その上に設ける反射層5をとりわけ高熱伝導率の材料とすることにより、消去比及び消去パワーマージンを改善できる。

検討によれば、広い消去パワー範囲において、本発明記録層が持つ良好な消去特性を発揮させるには、単に膜厚方向の温度分布や時間変化のみならず、膜面方向（記録ビーム走査方向の垂直方向）の温度分布をできるだけ平坦化できるような層構成を用いるのが好ましい。

本発明者らは、媒体の層構成を適切に設計することにより、媒体中のトラック横断方向の温度分布を平坦にすることで、熔融して再非晶質化されることなく、再結晶化することのできる幅を広げ、消去率及び消去パワーマージンを広げることが試みた。

一方、熱伝導率が低くごく薄い第2保護層を介して、記録層から、極めて高熱伝導率の反射層への放熱を促進することで、記録層における温度分布が平坦になることがわかった。第2保護層の熱伝導率を高くしても放熱効果は促進されるが、あまり放熱が促進されると、記録に要する照射パワーが高くなる、すなわち、記録感度が著しく低下してしまう。

本発明においては低熱伝導率の、薄い第2保護層を用いるのが好ましい。

低熱伝導率の、薄い第2保護層を用いることにより、記録パワー照射開始時点の数nsec～数十nsecにおいて、記録層から反射層への熱伝導に時間的な遅延をあたえ、その後に反射層への放熱を促進することができるため、放熱により必要以上に記録感度を低下させることがない。

従来知られている、 SiO_2 、 Ta_2O_5 、 Al_2O_3 、 AlN 、 SiN 等を主成分とする保護層材料は、それ自身の熱伝導率が高すぎて、本発明媒体の第2保護層4としては好ましくない。このように、金属酸化物や窒化物の熱伝導率は、同じ薄膜状態に比べても、本発明保護層で用いられる下記保護層にくらべて、1桁以上熱伝導率が高い。

一方、反射層における放熱は、反射層の厚みを厚くしても達成できるが、反射層の厚みが300nmを超えると、記録層膜面方向よりも膜厚方向の熱伝導が顕著になり、膜面方向の温度分布改善効果が得られない。また、反射層自体の熱容量が大きくなり、反射層、ひいては記録層の冷却に時間がかかるようになって、非晶質マークの形成が阻害される。最も好ましいのは、高熱伝導率の反射層を薄く設けて横方向への放熱を選択的に促進することである。

従来用いられていた急冷構造は、膜厚方向の1次元的な熱の逃げにのみ注目し、記録層から反射層に早く熱を逃すことのみを意図しており、この平面方向の温度分布の平坦化に十分な留意が払われていなかった。

なお、本発明の、いわば「第2保護層での熱伝導遅延効果を考慮した超急冷構造」は、本発明に係る記録層に適用すると、従来のGeTe-Sb₂Te₃記録層に比べて一層効果がある。なぜなら、本発明記録層はT_m近傍での再凝固時の結晶成長が再結晶化の律速になっているからである。T_m近傍での冷却即速度を極限まで大きくして、非晶質マーク及びそのエッジの形成を確実にかつ明確なものとするには、超急冷構造が有効であり、かつ、膜面方向の温度分布の平坦化で、もともとT_m近傍で高速消去可能であったものが、より高消去パワーまで確実に再結晶化による消去を確保できるからである。

本発明においては、第2保護層の材料としては熱伝導が低い方が望ましいが、その目安は $1 \times 10^{-3} \text{ pJ} / (\mu\text{m} \cdot \text{K} \cdot \text{nsec})$ である。しかしながら、このような低熱伝導率材料の薄膜状態の熱伝導率を直接測定するのは困難であり、代わりに、熱シミュレーションと実際の記録感度の測定結果から目安を得ることができる。

好ましい結果をもたらす低熱伝導率の第2保護層材料としては、ZnS、ZnO、TaS₂又は希土類硫化物のうちの少なくとも一種を50mol%以上90mol%以下含み、かつ、融点又は分解点が1000℃以上の耐熱性化合物とを含む複合誘電体が望ましい。

より具体的にはLa, Ce, Nd, Y等の希土類の硫化物を60mol%以上90mol%以下含む複合誘電体が望ましい。

あるいは、ZnS、ZnOもしくは希土類硫化物の組成の範囲を70～90mol%とすることが望ましい。

これらと混合されるべき、融点又は分解点が1000℃以上の耐熱化合物材料としては、Mg, Ca, Sr, Y, La, Ce, Ho, Er, Yb, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Zn, Al, Si, Ge, Pb等の酸化物、窒化物、炭化物やCa, Mg, Li等のフッ化物を用いることができる。

特にZnOと混合されるべき材料としては、Y, La, Ce, Nd等希土類の硫化物あるいは硫化物と酸化物の混合物が望ましい。

そして、この第2保護層の膜厚が30nmより厚いとマーク幅方向の温度分布の十分な平坦化効果が得られないため、30nm以下とする。好ましくは25nm以下とする。5nm未満では、第2保護層部での熱伝導の遅延効果が不十分で、記録感度低下が著しくなり好ましくない。

第2保護層4の厚さは、記録レーザー光の波長が600～700nmでは15nm～25nmが好ましく、波長が350～600nmでは5～20nmが好ましく、より好ましくは5～15nmである。

本発明においては、非常に高熱伝導率で300nm以下の薄い反射層5を用い

て、横方向の放熱効果を促進するのが特徴である。

一般には薄膜の熱伝導率はバルク状態の熱伝導率と大きく異なり、小さくなっているのが普通である。特に40 nm未満の薄膜では成長初期の島状構造の影響で熱伝導率が1桁以上小さくなる場合があり好ましくない。さらに、成膜条件によって結晶性や不純物量が異なり、これが同じ組成でも熱伝導率が異なる要因になる。

本発明において良好な特性を示す高熱伝導率の反射層を規定するために、反射層の熱伝導率は直接測定することも可能であるが、その熱伝導の良否を電気抵抗を利用して見積もることができる。金属膜のように電子が熱もしくは電気伝導を主として司る材料においては熱伝導率と電気伝導率は良好な比例関係があるためである。

薄膜の電気抵抗はその膜厚や測定領域の面積で規格化された抵抗率値で表す。体積抵抗率と面積抵抗率は通常の4探針法で測定でき、JIS K 7194によって規定されている。本法により、薄膜の熱伝導率そのものを実測するよりもはるかに簡便かつ再現性の良いデータが得られる。

本発明において好ましい反射層は、体積抵抗率が $20 \text{ n}\Omega \cdot \text{m}$ 以上 $150 \text{ n}\Omega \cdot \text{m}$ 以下であり、より好ましくは $20 \text{ n}\Omega \cdot \text{m}$ 以上 $100 \text{ n}\Omega \cdot \text{m}$ 以下である。体積抵抗率 $20 \text{ n}\Omega \cdot \text{m}$ 未満の材料は薄膜状態では実質的に得にくい。体積抵抗率 $150 \text{ n}\Omega \cdot \text{m}$ より体積抵抗率が大きい場合でも、例えば300 nmを超える厚膜とすれば面積抵抗率を下げることはできるが、本発明者らの検討によれば、このような高体積抵抗率材料で面積抵抗率のみ下げても、十分な放熱効果は得られなかった。厚膜では単位面積当たりの熱容量が増大してしまうためと考えられる。また、このような厚膜では成膜に時間がかかり、材料費も増えるため製造コストの観点から好ましくない。さらに、膜表面の微視的な平坦性も悪くなってしまう。

好ましくは、膜厚300 nm以下で面積抵抗率 0.2 以上 $0.9 \Omega/\square$ 以下が得られるような、低体積抵抗率材料を用いる。 $0.5 \Omega/\square$ が最も好ましい。

本発明に適した材料は、以下のとおりである。

例えば、Siを0.3重量%以上0.8重量%以下、Mgを0.3重量%以上1.2重量%以下含有するAl-Mg-Si系合金である。

また、AlにTa, Ti, Co, Cr, Si, Sc, Hf, Pd, Pt, Mg, Zr, Mo, 又はMnを0.2原子%以上2原子%以下含むAl合金は、添加元素濃度に比例して体積抵抗率が増加し、また、耐ヒロック性が改善され、耐久性、体積抵抗率、成膜速度等考慮して用いることができる。

Al合金に関しては、添加不純物量0.2原子%未満では、成膜条件にもよるが、耐ヒロック性は不十分であることが多い。また、2原子%より多いと上記の低抵抗率が得られにくい。

経時安定性をより重視する場合には添加成分としてはTaが好ましい。特に、ZnSを主成分とする上部保護層4に対しては、Taを0.5原子%以上、0.8原子%以下とするAl-Ta合金が、耐食性、密着性、高熱伝導率のすべてをバランス良く満足する反射層として望ましい。また、Taの場合わずか0.5原子%の添加で純AlやAl-Mg-Si合金に比べて、スパッタリング時の成膜レートが3～4割アップするという製造上好ましい効果が得られる。

上記Al合金を反射層として用いる場合、好ましい膜厚は150nm以上300nm以下である。150nm未満では純Alでも放熱効果は不十分である。300nmを超えると、熱が水平方向より垂直方向に逃げて、水平方向の熱分布改善に寄与しないし、反射層そのものの熱容量が大きく、却って記録層の冷却速度が遅くなってしまう。また、膜表面の微視的な平坦性も悪くなる。

さらに、AgにTi, V, Ta, Nb, W, Co, Cr, Si, Ge, Sn, Sc, Hf, Pd, Rh, Au, Pt, Mg, Zr, Mo, 又はMnを0.2原子%以上5原子%以下含むAg合金も望ましい。経時安定性をより重視する場合には添加成分としてはTi、Mgが好ましい。

上記Ag合金を反射層として用いる場合、好ましい膜厚は40nm以上150nm以下である。40nm未満では純Agでも放熱効果は不十分である。150

nmを超えると、熱が水平方向より垂直方向に逃げて、水平方向の熱分布改善に寄与しないし、不必要な厚膜は生産性を低下させる。また、膜表面の微視的な平坦性も悪くなる。

本発明者らは上記、Alへの添加元素、Agへの添加元素は、その添加元素濃度に比例して、体積抵抗率が増加することを確認している。

ところで、不純物の添加は一般的に結晶粒径を小さくし、粒界の電子散乱を増加させて熱伝導率を低下させると考えられる。添加不純物量を調節することは、結晶粒径を大きくすることで材料本来の高熱伝導率を得るために必要である。

なお、反射層は通常スパッタ法や真空蒸着法で形成されるが、ターゲットや蒸着材料そのものの不純物量もさることながら、成膜時に混入する水分や酸素量も含めて全不純物量を2原子%以下とする必要がある。このためにプロセスチャンバの到達真空度は 1×10^{-3} Pa以下とすることが望ましい。

また、 10^{-4} Paより悪い到達真空度で成膜するなら、成膜レートを1 nm/秒以上、好ましくは10 nm/秒以上として不純物を取り込まれるのを防ぐことが望ましい。

あるいは、意図的な添加元素を1原子%より多く含む場合は、成膜レートを10 nm/秒以上として付加的な不純物混入を極力防ぐことが望ましい。

成膜条件は不純物量とは無関係に結晶粒径に影響を及ぼす場合もある。例えば、AlにTaを2原子%程度混入した合金膜は、結晶粒の間に非晶質相が混在するが、結晶相と非晶質相の割合は成膜条件に依存する。例えば、低圧でスパッタするほど結晶部分の割合が増え、体積抵抗率が下がり、熱伝導率が増加する。

膜中の不純物組成あるいは結晶性は、スパッタに用いる合金ターゲットの製法やスパッタガス(Ar, Ne, Xe等)にも依存する。

このように、薄膜状態の体積抵抗率は金属材料、組成のみによっては決まらない。

高熱伝導率を得るためには、上記のように、不純物量を少なくするのが望ましいが、一方で、AlやAgの純金属は耐食性や耐ヒロック性に劣る傾向があるた

め、両者のバランスを考慮して最適組成が決まる。

さらなる高熱伝導と高信頼性をえるために反射層を多層化することも有効である。このとき、少なくとも1層は全反射層膜厚の50%以上の膜厚を有する上記低体積抵抗率材料として実質的に放熱効果を司り、他の層が耐食性や保護層との密着性、耐ヒロック性の改善に寄与するように構成される。

より具体的には、金属中最も高熱伝導率および低体積抵抗率であるAgはSを含む保護層との相性が悪く、繰返しオーバーライトした場合の劣化がやや速いという傾向がある。

また、高温高湿の加速試験環境下で腐食を生じやすい傾向がある。

そこで、低体積抵抗率材料としてAg及びAg合金を用い、上部保護層との間に界面層としてAlを主成分とする合金層を1nm以上100nm以下設けることも有効である。厚さを5nm以上とすれば、層が島状構造とならず均一に形成されやすい。

Al合金としては前述と同様に例えば、Ta, Ti, Co, Cr, Si, Sc, Hf, Pd, Pt, Mg, Zr, Mo, 又はMnを0.2原子%以上2原子%以下含むAl合金が挙げられる。

界面層の厚さは1nm未満では保護効果が不十分で、100nmを超えると放熱効果が犠牲になる。

界面層の使用は、特に反射層がAg又はAg合金の場合に有効である。なぜなら、Agは本発明で好ましいとされる硫化物を含む保護層との接触により、比較的硫化による腐食を起こしやすいからである。

さらにAg合金反射層とAl合金界面層を用いる場合、AgとAlは比較的相互拡散しやすい組み合わせであるので、Al表面を1nmより厚く、酸化して界面酸化層を設けることがいっそう好ましい。界面酸化層が5nm、とくに10nmを越えるとそれが熱抵抗となり、本来の趣旨である、極めて放熱性の高い反射層としての機能が損なわれるので好ましくない。

反射層の多層化は、高体積抵抗率材料と低体積抵抗率材料を組み合わせで所望

の膜厚で所望の面積抵抗率を得るためにも有効である。

合金化による体積抵抗率調節は、合金ターゲットの使用によりスパッタ工程を簡素化できるが、ターゲット製造コスト、ひいては媒体の原材料比を上昇させる要因にもなる。従って、純Alや純Agの薄膜と上記添加元素そのものの薄膜を多層化して所望の体積抵抗率を得ることも有効である。

層数が3層程度までであれば、初期の装置コストは増加するものの、個々の媒体コストはかえって抑制できる場合がある。

反射層を複数の金属膜からなる多層反射層とし、全膜厚を40nm以上300nm以下とし、多層反射層の厚さの50%以上が体積抵抗率 $20\text{ n}\Omega\cdot\text{m}$ 以上 $150\text{ n}\Omega\cdot\text{m}$ 以下の金属薄膜層（多層であっても良い）とするのが好ましい。

さて、記録層及び保護層の厚みは、上記熱特性、機械的強度、信頼性の面からの制限の他に、多層構成に伴う干渉効果も考慮して、レーザー光の吸収効率が良く、記録信号の振幅、すなわち記録状態と未記録状態のコントラストが大きくなるように選ばれる。

例えば、本発明媒体を書換え型DVDに適用し、再生専用タイプのDVDと互換性を確保するとすれば、変調度を高くとらねばならない。また、再生専用プレーヤーで通常用いられる、DPD (Differential Phase Detection) 法と呼ばれるトラッキングサーボ法がそのまま適用できることが必要である。

第6図にEFMプラス変調されたランダム信号を記録し再生したときのDC再生信号（直流成分を含む再生信号）の波形を示す。変調度は、14Tマークのトップの信号強度 I_{100} と信号振幅 I_{14} との比 I_{14}/I_{100} として定義される。

I_{100} は實際上、未記録部（結晶状態）の溝内での反射率に相当する。 I_{14} は相変化媒体の結晶部分と非晶質部分から反射光の強度差及び位相差が問題となる。

反射光の強度差は、基本的に結晶状態と非晶質状態の反射率差で決まる。上記記録後の変調度が概ね0.5以上であれば、低ジッタが実現できるとともに、上記DPD法によるトラッキングサーボも良好に作動する。

第7図に、典型的な4層構成における反射率差の計算例を示した。ポリカーボ

ネート基板上に、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ 保護層、 $Ge_{0.05}Sb_{0.69}Te_{0.26}$ 記録層、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ 保護層、 $Al_{0.995}Ta_{0.005}$ 反射層を設けたものとした。

各層の屈折率は実測値を用いている。波長650nmにおける各材料の複素屈折率は、上下の保護層は $2.12 - 0.0i$ 、反射層は $1.7 - 5.3i$ 、基板は 1.56 、記録層は非晶質状態（成膜直後の状態で測定）で $3.5 - 2.6i$ 、初期化後の結晶状態で $2.3 - 4.1i$ である。

また、記録層、第2保護層、反射層の膜厚はそれぞれ、18nm、20nm、200nmで一定とした。

第1保護層膜厚依存性を見る限り、通常は振幅の変化は小さく、分母である I_{top} 、すなわち結晶状態の反射率に強く依存する。したがって、結晶状態反射率は可能な限り低いことが望ましい。

第7図の計算例では、第1保護層を、屈折率 $n = 2.12$ の $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ 膜とした。このとき、第1の極小値 d_1 は膜厚50～70nm、第2の極小値 d_2 は膜厚200～220nmになる。以後は周期的に変化する。

結晶状態の反射率が極小となる第1保護層膜厚は、反射率が高い記録層であれば、実質上、保護層の屈折率のみで決まる。他の屈折率 n における極小点膜厚は、 d_1 、 d_2 に $2.1/n$ をかければほぼ求まるが、通常、保護層として用いられる誘電体は $n = 1.8 \sim 2.3$ 程度であり、 d_1 は60～80nm程度である。

第1保護層の屈折率 n が1.8よりも小さいと、極小点における反射率が増加して変調度が著しく低下し、0.5未満となるので好ましくない。逆に、2.3以上とすると、極小点の反射率が低くなりすぎ20%を達成できず、フォーカスやトラッキングサーボが困難になるので好ましくない。

本発明に係る記録層の組成範囲では、第7図とほぼ類似の光学特性が発揮される。

生産性の観点からは第1保護層膜厚は150nm以下にとどめるのが望ましい。なぜなら、現在、誘電体保護層のスパッタ法による成膜速度は高々15nm/秒

であり、その成膜に10秒以上かけることはコストを上昇させるからである。また、膜厚変動の許容値が厳しくなるので生産上も好ましくない。即ち、第7図からわかるように、反射率は所望の膜厚 d_0 から Δd ずれると、第1の極小値 d_1 近傍でも、第2の極小値 d_2 近傍でもおなじだけ変動する。

一方、製造上の膜厚分布は、通常は d_0 に対して $\pm 2 \sim 3 \%$ が均一性の限度である。従って、 d_0 が薄いほど膜厚の変動幅 Δd は小さくなり、ディスク面内あるいはディスク間の反射率変動を抑制出来るので有利である。

従って、安価な静止対向タイプのスパッタ装置で、基板の自公転機構を有しない装置では、第1の極小値 d_1 近傍の膜厚を採用するのが望ましい。

一方で、厚い保護層は繰返しオーバーライト時の基板表面の変形を抑制する効果が大いから、繰返しオーバーライト耐久性改善を重要視するならば、第2の極小値 d_2 近傍の膜厚を採用するのが望ましい。

なお、基板を介して記録再生光を入射させて記録または再生を行うような媒体においては、第1保護層をある程度厚くして、記録時に発生する熱から基板を保護しなければならない。記録時に記録層は、100ナノ秒程度であるが500～600℃以上となる。このためには膜厚を50nm以上とするのが好ましい。50nm未満では、記録を繰り返すと基板に微視的な変形が蓄積され、ノイズや欠陥となりやすい。特に基板がポリカーボネートなどの熱可塑性プラスチックからなる場合には重要である。

次に、本媒体と併せ用いるに好ましい光記録方法について説明する。

好ましい第一の記録方法は、上述の記録媒体に、マーク長変調された情報を複数の記録マーク長により記録するにあたり、

記録マーク間には、非晶質を結晶化する消去パワー P_e の記録光を照射し、一つの記録マークの時間的な長さを nT としたとき（ T は基準クロック周期、 n は2以上の整数）、

記録マークの時間的長さ nT を、

$$\eta_1 T, \alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots,$$

$$\alpha_1 T, \beta_1 T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T, \eta_2 T$$

(ただし、 m はパルス分割数で $m = n - k$ 、 k は $0 \leq k \leq 2$ なる整数とする。

また、 $\sum_i (\alpha_i + \beta_i) + \eta_1 + \eta_2 = n$ とし、 η_1 は $\eta_1 \geq 0$ なる実数、 η_2 は $\eta_2 \geq 0$ なる実数、 $0 \leq \eta_1 + \eta_2 \leq 2.0$ とする。

α_i ($1 \leq i \leq m$) は $\alpha_i > 0$ なる実数とし、 β_i ($1 \leq i \leq m$) は $\beta_i > 0$ なる実数とし、 $\sum \alpha_i < 0.5n$ とする。

$\alpha_1 = 0.1 \sim 1.5$ 、 $\beta_1 = 0.3 \sim 1.0$ 、 $\beta_m = 0 \sim 1.5$ とし、 $\alpha_i = 0.1 \sim 0.8$ ($2 \leq i \leq m$) とする。

なお、 $3 \leq i \leq m$ なる i において $\alpha_i + \beta_{i-1} = 0.5 \sim 1.5$ の範囲にあり、かつ、 i によらず一定とする。)

の順に分割し、

$\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$) の時間内においては記録層を溶融させるにたる $P_w \geq P_e$ なる記録パワー P_w の記録光を照射し、 $\beta_i T$ ($1 \leq i \leq m$) の時間内においては、 $0 < P_b \leq 0.2 P_e$ (ただし、 $\beta_m T$ においては、 $0 < P_b \leq P_e$ となりうる) なるバイアスパワー P_b の記録光を照射する。

上述の媒体に本記録方法を併せ用いることで、記録層の再凝固時の冷却速度を正確に制御し、少なくとも 3 m/s から 8 m/s 、さらには、記録条件の設定により 1 m/s から 15 m/s の広い線速度範囲において、最短マーク長 $0.5 \mu\text{m}$ 以下の高密度マーク長変調記録が可能となり、 1000 回以上の繰返しオーバーライトが達成でき、基準クロック周期 T の 10% 未満の低ジッタが実現できる。

まず、上記のような高密度マーク長変調記録を実現するためには、波長 $350 \sim 680 \text{ nm}$ のレーザー光ビームを、開口数 NA が 0.55 以上 0.9 以下の対物レンズを通して記録層に集光させて微小な集束光ビームスポットを得る。

より好ましくは、 NA を 0.55 以上 0.65 以下とする。 NA が 0.65 を超えると、光軸の傾きによる収差の影響が大きくなるから、対物レンズと記録面との距離を極めて接近させる必要がある。従って、DVDなど、 0.6 mm 程度の厚さの基板を介して集束光ビームを入射させる場合には、 NA は 0.65 程度

が上限となる。

そして、第8図に示すように、少なくとも3値に記録光パワーを変調させることで、パワーマージン及び記録時線速マージンを広げることができる。

第8図において、先頭記録パルス $\alpha_1 T$ の開始位置、最終オフパルス $\beta_m T$ の終了位置は、必ずしも元の記録信号の開始位置、終了位置と一致する必要はない。 $0 \leq \eta_1 + \eta_2 \leq 2$ 、0となる範囲内で、先頭に $\eta_1 T$ を置き、最後に $\eta_2 T$ を置いてよい。当該マーク前後のマークの長さやマーク間長さに応じて、 $\eta_1 T$ や $\eta_2 T$ の長さを微調整することも、マークを正確に形成するのに有効である。

或いは、 β_m のみをマーク長 $n T$ に応じて変化させることにより、良好なマークを形成できる場合もある。最後の $\beta_m = 0$ としてもよい。例えば、EFM変調において3T～11Tのマークのうち11Tマーク、又はEFMプラス変調において3T～14Tのマークのうち14Tマーク、等の長いマークほど熱が蓄積しやすいので、最後の β_m を長くして冷却時間を長めにするのが良い。

逆に、3Tマーク等の短いマークの場合には β_m を短くするのがよい。その調整幅は0.5程度である。いわゆるDVD程度の線記録密度を超えるような高密度記録であれば、必ずしもそのような微調整をしなくても十分な記録信号品質が得られる。

また、バイアスパワー P_b の大きさを変えることでも、マーク形状を制御できる。第9図に、2つの記録パルスを照射した際の記録層のある1点の温度の時間変化の例を示す。媒体に対してビームを相対的に移動させながら記録パルス P_1 、オフパルス、記録パルス P_2 を連続的に照射した場合の、記録パルス P_1 を照射した位置での温度変化である。(a)は $P_b = P_e$ とした場合、(b)は $P_b = 0$ とした場合である。

第9図(b)では、オフパルス区間のバイアスパワー P_b がほとんど0のため、 T_L' は融点より十分低い点まで下がり、かつ、途中の冷却速度も大きい。従って、非晶質マークは記録パルス P_1 照射時に溶解し、その後のオフパルス時の急冷によって形成される。

一方、第9図(a)では、オフパルス区間でも消去パワー P_e が照射されるため、1番目の記録パルス P_1 照射後の冷却速度が遅く、オフパルス区間での温度降下で到達する最低温度 T_L が融点 T_m 近傍に留まり、さらに、後続の記録パルス P_2 により融点 T_m 近傍まで加熱され、非晶質マークが形成されにくい。

本発明の媒体に対して、第9図(b)に示す、急峻な温度プロファイルをとることは、高温域での結晶化を抑制し、良好な非晶質マークを得る上で重要なことである。なぜなら、本発明媒体の記録層は、融点直下の高温域でのみ大きな結晶化速度を示すため、記録層温度が高温域にほとんどとどまらない(b)のプロファイルをとることで、再結晶化が抑制できると考えられるからである。

あるいは、結晶化温度 T_c に近い比較的低温域での結晶核生成は毎回の消去プロセスでは支配的でなく、前述の初期化時に形成された結晶核となりうる S_b クラスタが安定に存在するため、高温域の結晶成長のみが支配的であるとも考えられる。

従って、冷却速度及び T_L' を制御することで再結晶化をほぼ完全に抑制し、熔融領域とほぼ一致するクリアな輪郭を有する非晶質マークが得られ、マークエッジのジッタが低減できる。

一方、 $GeTe-Sb_2Te_3$ 擬似二元系合金では、第9図(a)、(b)いずれの温度プロファイルでも非晶質マーク形成プロセスに大差がない。なぜなら、この材料では広い温度範囲、特に結晶化温度 T_c 近くの低温域でも、速度は若干遅いものの再結晶化を示すからである。あるいは、この材料では、比較的 T_c に近い温度域での結晶核生成と T_m に近い温度域での結晶成長とが律速になっているため、全体として広い温度域で比較的低速の再結晶化が起きるとも考えられる。

$GeTe-Sb_2Te_3$ でも、 $P_b < P_e$ としてオフパルスを用いて粗大グレインを抑制する場合もあるが、 $P_b/P_e \leq 0.2$ とすると、 T_c 近傍での結晶化が抑制されすぎるために、かえって消去性能が低下する。

しかし、本発明に係る記録層材料では、 T_c に近い比較的低温での結晶化はほとんど進まないと考えられるので、 $P_b/P_e \leq 0.2$ とするのが好ましい。あ

るいはより具体的には、 $0 \leq P_b \leq 1.5$ (mW) として、トラッキングサーボが安定する限り低い P_b を用い、できるだけ急冷となるようにオフパルスを積極的に用いた方が、非晶質マークのエッジが明確に形成でき好ましい。

第8図のパルス分割方法において、特に、最先端の記録パルス $\alpha_1 T$ だけを後続パルス $\alpha_i T$ より長めにし、また、最先端及び最後端のオフパルス幅 $\beta_1 T$ 、 $\beta_m T$ のみを他のオフパルスと別に設定するのが、長マークと短マークの特性バランスを取る上で最も有効である。

最先端のパルス $\alpha_1 T$ は、余熱効果がないため、昇温のためにやや長時間を要する。あるいは、最先端のパルスの記録パワーを、後続のパルスより高めに設定することも有効である。

また、パルスの切り替えをクロック周期 T に同期させると、パルス制御が簡単になる。マーク長変調記録に適し、かつパルス制御回路が簡便なパルス分割方法を第10図に示す。(a)のマーク長変調データを記録する際のパルス分割方法として(b)に $m=n-1$ の場合、(c)に $m=n-2$ の場合を示す。なお(b)、(c)では図を簡略にするために T を省略している。いずれも、 α_i ($2 \leq i \leq m$) 及び β_i ($2 \leq i \leq m-1$) は i によらず一定とし、 $\alpha_i \geq \alpha_{i-1}$ 、 $\alpha_i + \beta_{i-1} = 1$ 、 0 ($3 \leq i \leq m$) として、 α_i ($2 \leq i \leq m$) の記録パルスの後端をクロックパルスに同期させる。

また、 P_b を再生光パワー P_r と同じにすることも、回路を簡便化するには有効である。先頭パルス $\alpha_1 T$ だけを後続パルスより長くすることは、いわゆるアイパターンにおいて短マークと長マークの記録のバランスを良くするために必要なことである。或いは、先頭パルスのみ後続パルスより高パワーとしてもよい。

このようなパルスは、第11図に示すような3種のゲート発生回路とそれらの間の優先順位を決めることで達成できる。

第11図は本発明の記録方法によるパルス発生方法の一例の説明図である。

(a)はクロック信号、(b)はデータ信号であり、記録パルス発生回路中の3種のゲート発生回路から発生するゲート信号(c) Gate 1、(d) Gate

2、(e) Gate 3である。これら3種のゲート信号の優先順位を決めておくことで、本発明のパルス分割方法が達成できる。

Gate 1は記録パルス発生区間 $\alpha_i T$ のみを、Gate 2は後続パルス $\alpha_i T$ ($2 \leq i \leq m$)を所定個数発生させるタイミングを決める。ここでパルス幅 α_i は $2 \leq i \leq m$ において一定値 α_c とする。Gate 3はオフパルス発生区間 $\beta_i T$ を発生する。Gate 3がオン(レベル高)の間は P_b を発生し、オフの間(レベル低)は P_e を発生する。

α_i の立ち上がりのタイミングとパルス幅のみを独立して決めることで、 β_i を β_i と異なる値とすることができる。

Gate 3とGate 1の立ち上がりは同期させるのが良い。Gate 1、Gate 2はそれぞれ P_w を発生させるが、Gate 1、2がオンのときはGate 3に優先する。Gate 1の遅延時間 T_1 と α_i 、Gate 2の遅延時間($T_1 + T_2$)と α_c を指定すれば、第10図のストラテジーを指定できる。

ここで、 T_1 を $1T$ 以上とすれば、第10図(b)の $m = n - 1$ の場合のパルスとなり、 $1T$ 未満として後続パルスの数を一個減らせば、第10図(c)の $m = n - 2$ の場合のパルスとなる。このとき、 $\alpha_i T$ 及び $\beta_{m-2} T$ を、 $m = n - 1$ の場合より長くすることで、形成されるマーク長を nT とする。

さて、本発明のさらなる適用例として、再生専用DVDと同等以上の記録密度で、少なくとも再生時には再生専用DVDと同等の信号品質を得るためには、下記のような記録方法を用いることが望ましい。

すなわち、波長が $350 \sim 680 \text{ nm}$ の光を、開口数 NA が $0.55 \sim 0.9$ の対物レンズを通して記録層に集光させ、データの記録再生を行う光記録方法であって、 $m = n - 1$ 又は $m = n - 2$ 、 $0 \leq P_b \leq 1.5 \text{ (mW)}$ 、 P_e / P_w は 0.3 以上 0.6 以下とする。そして、

$$\alpha_1 = 0.3 \sim 1.5,$$

$$\alpha_i \geq \alpha_1 = 0.2 \sim 0.8 \quad (2 \leq i \leq m),$$

$$\alpha_i + \beta_{i-1} = 1.0 \quad (3 \leq i \leq m),$$

$$\beta_m = 0 \sim 1.5$$

とするのが好ましい。

P_e/P_w の比を一定に保つことは、パワー変動が生じたときに、高パワーで記録マークが大きいときには消去パワーも大きくして消去可能な範囲を広げるためである。 P_e/P_w が0.3未満では、常に P_e が低くて消去不十分となりやすい。逆に0.6より大きいと、 P_e が過剰でビーム中心での再非晶質化を招きやすく、完全な再結晶化による消去が困難となる。また、記録層に照射されるエネルギー量が大きくなりすぎ、繰返しオーバーライトにより劣化しやすくなる。

さて、本発明に係わる組成の記録層は、 α_i が特に小さい範囲で良好なジッタが得られるため、 $\sum \alpha_i < 0.5n$ とし、 k が小さいほど $(\sum \alpha_i)/n$ を減少させることが望ましい。すなわち、 $k=0$ 又は $k=1$ では $(\sum \alpha_i) < 0.4n$ 、 $k=2$ では $(\sum \alpha_i) < 0.5n$ とするのが好ましい。

好ましくは、このような記録パルス分割方法を線速3m/s以上でのオーバーライトに適用するためには、本発明記録層 $Gex(SbyTe_{1-y})_{1-x}$ において、特に y を0.72以上、線速7m/s以上でのオーバーライトには y を0.74以上とする。すなわち、 Sb/Te 比を2.57以上、より好ましくは2.85以上の Sb リッチとする。

本発明では、記録層組成をこのように Sb リッチとしても、非晶質マークの安定性が高く保存安定性も良好であることが、好ましい特徴の一つである。

特開平8-22644号公報には、 $Sb_{0.7}Te_{0.3}$ 近傍組成に Ag 及び In を合計で10原子%程度添加した $AgInSbTe$ 記録層が記載されている。しかし、この $AgInSbTe$ 記録層で Sb/Te 比を2.57以上とすると、非晶質マークが極めて不安定となり保存安定性に問題があった。

以下、実験例を用いて比較説明する。EFMプラス変調のマーク長記録を行うにあたり、長さ nT のマークを記録するに、線速2m/s～5m/sの範囲において、波長630～680nm、 $NA=0.6$ の光学系を用いて、記録パルスを $n-1$ 個に分割して記録する場合を考える。

本発明記録層の一例として、 $\text{Ag}_{0.05}\text{Ge}_{0.05}\text{Sb}_{0.67}\text{Te}_{0.23}$ ($\text{Sb}/\text{Te} \approx 2.91$) を用い、上記 AgInSbTe 記録層の一例として、 $\text{Ag}_{0.05}\text{In}_{0.05}\text{Sb}_{0.63}\text{Te}_{0.27}$ ($\text{Sb}/\text{Te} \approx 2.33$) を用いる。

本発明組成の記録層も上記 AgInSbTe 記録層も、光学定数はほぼ同じであるため、同じ層構成を用いて同等の反射率及び変調度を得ることができ、したがって熱的に同等の層構成を適用できる。

第1保護層膜厚を100nm、記録層を20nm、第2保護層を20nm、反射層を200nmとし、いずれも $\beta_i = 0.5$ 程度 ($1 \leq i \leq n-1$)、 $P_w = 10 \sim 14$ (mW)、 $P_e/P_w = 0.5$ 、 $P_b \approx 0$ とする。

このとき、従来の $\text{Ag}_{0.05}\text{In}_{0.05}\text{Sb}_{0.63}\text{Te}_{0.27}$ 記録層では、 $\alpha_1 = 0.8 \sim 1.2$ 、 $\alpha_i = 0.4 \sim 0.6$ ($2 \leq i \leq n-1$) が好ましい。特に $\alpha_1 = 1.0$ 、 α_i ($2 \leq i \leq n-1$) = 0.5、 $\beta_m = 0.5$ とした場合、 $\sum \alpha_i$ は n によらず $0.5n$ となる。

一方、本発明の $\text{Ag}_{0.05}\text{Ge}_{0.05}\text{Sb}_{0.67}\text{Te}_{0.23}$ 記録層では、 $\alpha_1 = 0.3 \sim 0.5$ 、 $\alpha_i = 0.2 \sim 0.4$ ($2 \leq i \leq n-1$) が好ましい範囲となる。より具体的には $\alpha_1 = 0.6$ 、 α_i ($2 \leq i \leq n-1$) = 0.35 とすることができる。この場合、 $n=3$ の時、 $\sum \alpha_i \approx 0.32n$ となり、 $n=4$ 以上では、 $\sum \alpha_i \approx 0.33n \sim 0.34n$ となる。

これはすなわち、本発明媒体においては、記録の際に照射される平均照射パワーを小さくし、実質的な記録パルス照射時間を $\sum \alpha_i < 0.4n$ と小さくすることができることを表している。

このことにより、以下の効果が得られる。

(1) 高パワー記録による記録信号品質の劣化を低減できる。高パワー記録の問題点は、記録層に与えられる光エネルギーが多くなりすぎて記録層にこもることに起因している。このため冷却速度が遅くなって非晶質マークの再結晶化が生じたり、繰返しオーバーライト時の劣化が著しくなる。

低パワーのオフパルス区間を設けることで平均入力パワーを抑え、かつ、高熱

伝導率の反射層により平面方向に熱を逃がすことにより、高パワー記録時でも、マーク後端部分、特に長マーク後端部分、の熱蓄積による悪影響を抑制でき、良好な長マークを形成できる。

(2) 繰返しオーバーライト時における各層の熱ダメージを軽減でき、繰返し耐久性を改善できる。毎回の熱ダメージを小さくすることで、例えば、熱に弱いプラスチック基板の変形を抑制できる。また、ダメージの及ぶ範囲をレーザービームプロファイルの中心部分の、より狭い範囲に限定できる。

特に、熱が蓄熱されやすい $n=4$ 以上の長マークほど、実質の記録エネルギー照射の割合 $(\sum \alpha_i) / n$ を減少させる効果が大い。従って、熱ダメージを受けやすい 5 m/s 以下の低線速でも、媒体への悪影響を軽減することができる。

本発明では、このように繰返しオーバーライト耐久性を改善でき、従来に比して1桁以上大きいオーバーライト回数を達成できる。

さらに、記録層を、 $\text{Ge}_x(\text{Sb}_y\text{Te}_{1-y})_{1-x}$ 合金を主成分とする薄膜 ($0.045 \leq x \leq 0.075$ 、 $0.74 \leq y < 0.8$) とし、線速度に応じて記録パルス分割方法を可変とすることで、 $3 \text{ m/s} \sim 8 \text{ m/s}$ を含む広範囲の線速度でオーバーライト可能となる。

すなわち、第8図のパルス分割方法において、 $m=n-k$ の k は一定とし、オーバーライト時の線速度が低いほど、 P_b/P_e 又は α_i のいずれかを単調に減少させる。

なお、記録線密度を一定に保つために線速度に応じてクロック周期を変更することや、 P_w 、 P_e をそれぞれの線速度で最適に保つように変更することは、必要に応じて行ってよい。

さて、本発明ではさらに、DVDの標準再生線速度の1倍速と2倍速の両方で、最短マーク長を $0.35 \sim 0.45 \mu\text{m}$ とするいわゆるEFMプラス変調信号を記録する方法を提供する。なお、DVDの標準再生線速度は 3.49 m/s である。

すなわち、波長が $600 \sim 680 \text{ nm}$ の光を、開口数NAが $0.55 \sim 0.6$

5の対物レンズを通し、基板を介して記録層に集光させ、最短マーク長を0.35～0.45 μm の範囲として、データの記録再生を行う光記録方法であって、

n は1～14の整数とし、

$m = n - 1$ とし、

P_b は $0 \leq P_b \leq 1.5$ (mW)の範囲で線速によらず一定とし、

P_e/P_w は0.4～0.6の範囲で線速度に応じて変化するものとし、

(i) 記録線速度3～4 m/sの範囲においては、基準クロック周期を T_0 とし、

$\alpha_1 = 0.3 \sim 0.8$ 、

$\alpha_i \geq \alpha_{i-1} = 0.2 \sim 0.4$ であって i によらず一定 ($2 \leq i \leq m$)、

$\alpha_2 + \beta_1 \geq 1.0$ 、

$\alpha_i + \beta_{i-1} = 1.0$ ($3 \leq i \leq m$)、

$\beta_m = 0.3 \sim 1.5$ とし、

$\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$)の時間内においては記録パワー P_{w1} の記録光を照射し、

(ii) 記録線速度6～8 m/sの範囲においては、基準クロック周期を $T_0/2$ とし、

$\alpha'_1 = 0.3 \sim 0.8$ 、

$\alpha'_i \geq \alpha'_{i-1} = 0.3 \sim 0.5$ であって i によらず一定 ($2 \leq i \leq m$)、

$\alpha'_i + \beta'_{i-1} = 1.0$ ($3 \leq i \leq m$)、

$\beta'_m = 0 \sim 1.0$ とし、

$\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$)の時間内においては記録パワー P_{w2} の記録光を照射するとしたとき、

$\alpha'_i > \alpha_i$ ($2 \leq i \leq m$)であり、

$0.8 \leq P_{w1}/P_{w2} \leq 1.2$ である光記録方法である。本発明者らの実験によれば、第10図のパルス分割方法を用いる限りでは、この設定で特に良好なジッタが得られた。

ここで、さらに $\alpha_2 + \beta_1 = 1.0$ とすれば、パルス幅に関する独立パラメータは α_1 、 α_i 、 β_m の3個となり、記録信号源をより簡略化でき好ましい。

なお、 n として1から14までのすべての整数をとる必要はなく、EFMプラス変調では、3から11まで、及び14をとる。(1, 7) RLL-NRZI (Run Length Limited-Non Return To Zero Inverted) 符号等も使用可能である。

なお、記録密度を一定とするために、一般的に、1倍速記録時のクロック周期は2倍速記録時の倍になるように設定される。

なお、本発明は、上記のような、一定線速度を維持しながら記録領域全面に記録を行う方式 (constant linear velocity、CLV方式) のみならず、一定の回転角速度で記録領域全面に記録を行う方式 (constant angular velocity、CAV方式) に対しても有効である。あるいは、半径方向を複数のゾーンに分割して、同一ゾーン内ではCLV方式でオーバーライトを行うZCLV (Zoned CLV) 方式に対しても有効である。

光ディスクの直径は、86 mm、90 mm (シングルCDサイズ)、120 mm (CDサイズ)、あるいは130 mmのように様々あり、記録領域は半径20 ~ 25 mmから最大65 mm近くに及ぶ。このとき内外周の線速度差は最大3倍近くなる。

一般に、高密度のマーク長記録においては、相変化媒体が良好なオーバーライト特性を示す線速範囲は、線速比で1.5倍程度の範囲である。線速度が速ければ、記録層の冷却速度は速くなるので非晶質マークは形成されやすいが、結晶化温度以上に保たれる時間が短くなり、消去が困難になる。一方、線速度が遅くなれば、消去はされやすいが、記録層の冷却速度は遅くなるので、再結晶化しやすくなり、良好な非晶質マークが形成されにくい。

この問題を解決するために、内外周で反射層膜厚を変化させて内周で反射層による放熱効果度が大きくなるように調節することができる。あるいは、記録層組成を変化させて、外周で結晶化速度を高め、あるいは内周で非晶質形成に必要な臨界冷却速度を低めることも提案されている。しかし、そのような分布を与えたディスクの作成は、容易ではない。

一方、本発明の媒体と光記録方法の組合せによれば、ディスク最外周での線速

度、即ち最大線速度がほぼ 10 m/s 以下であれば、CAV方式やZCLV方式においても、良好な記録が可能である。

本発明を、上記のように半径により線速度が変化する媒体に利用するためには、記録領域を半径により複数のゾーンに分割し、各ゾーン毎にデータの基準クロック周波数及びパルス分割方法を切り替えて用いることが望ましい。

すなわち、所定の記録領域を有する光学的情報記録用媒体を角速度一定で回転させて情報を複数のマーク長により記録する方法であって、記録領域最内周での線速度が $2 \sim 4 \text{ m/s}$ となり記録領域最外周での線速度が $6 \sim 10 \text{ m/s}$ となるように該媒体を回転させ、該記録領域は半径によって区切られた複数ゾーンからなり、各ゾーン内の平均線速度に応じて記録密度がほぼ一定となるように基準クロック周期 T を変化させる。

このとき、ゾーンによらずパルス分割数 m を一定とし、外周ゾーンから内周ゾーンに向かって、 P_b/P_e 比及び／又は α_i (i は $1 \leq i \leq m$ の少なくとも一つ) を単調に減少させる。これによって、低線速度の内周部において、冷却速度不足により非晶質マークの形成が不完全となるのを防ぐことができる。なお、 α_i (i は $1 \leq i \leq m$ の少なくとも一つ) を単調に減少させる、とは、例えば α_1 、 α_2 、 \dots 、 α_m の中で α_2 のみを減少させることを指す。

より具体的には、第10図で示されたパルス分割方法をベースに、線速に応じたパルス分割方法を用いることが、可変パルス分割方法回路を簡略化することができて望ましい。その際に、記録領域を半径方向に p 個のゾーンに分割して、各ゾーンごとにクロック周期とパルス分割方法を変化させることが、半径位置に応じて連続的に変化させるよりも簡便である。

本発明では、記録領域が半径によって p 個のゾーンに分割され、最内周側を第1ゾーン、最外周側を第 p ゾーンとし、第 q ゾーン (ただし、 q は $1 \leq q \leq p$ の整数) における角速度を ω_q 、平均線速度を $\langle v_q \rangle_{ave}$ 、最大線速度を $\langle v_q \rangle_{max}$ 、最小線速度を $\langle v_q \rangle_{min}$ 、基準クロック周期を T_q 、最短マークの時間的長さを $n_{min} T_q$ とすると、

$\langle v_p \rangle_{ave} / \langle v_i \rangle_{ave}$ は1.2～3の範囲であって、 $\langle v_q \rangle_{max} / \langle v_q \rangle_{min}$ は1.5以下とするのが好ましい。同一ゾーン内では同一クロック周期と同一パルス分割方法を用いるのであるが、同一パルス分割方法でカバーできる線速範囲はおおむね1.5倍が限度である。

そして、同一ゾーン内では、 ω_q 、 T_q 、 α_i 、 β_i 、 P_e 、 P_b 、及び P_w は一定であり、最短マークの物理的長さ $n_{min} T_q \langle v_q \rangle_{ave}$ は $0.5 \mu m$ 以下であり、 $T_q \langle v_q \rangle_{ave}$ は $1 \leq q \leq p$ なる全ての q に対してほぼ一定であり、かつ、

$$m = n - 1 \text{ もしくは } m = n - 2,$$

$$\alpha_1 = 0.3 \sim 1.5,$$

$$\alpha_i \geq \alpha_{i-1} = 0.2 \sim 0.8 \quad (2 \leq i \leq m),$$

$$\alpha_i + \beta_{i-1} = 1.0 \quad (3 \leq i \leq m),$$

$$0 \leq P_b \leq 1.5 \text{ (mW)},$$

$$0.4 \leq P_e / P_w \leq 0.6$$

とする。

ここで、 $m = n - 1$ の場合は、 $\alpha_1 = 0.3 \sim 1.5$ 、 $\alpha_i = 0.2 \sim 0.5$ 、 $m = n - 2$ の場合は $\alpha_1 = 0.5 \sim 1.5$ 、 $\alpha_i = 0.4 \sim 0.8$ とすることが好ましい。

パルス分割方法は、以下の法則に則って変化させることが重要である。各ゾーンごとに P_b 、 P_w 、 P_e / P_w 比、 α_i 、 β_i 、 β_m は可変であり、外周ゾーンから内周ゾーンに向かって、少なくとも α_i (i は $2 \leq i \leq m$ の少なくとも一つ)を単調に減少させる。

各ゾーンごとの α_i の変更は $0.1 T$ 刻みもしくは $0.01 T$ 刻みとすることが好ましい。

ここで、最外周ゾーンでの基準クロック周期 T_0 に対して、 $1/100$ 程度の周期の高周波ベースクロック発生回路を付加することで、すべてのゾーンにおける T_0 及び分割パルス長をこのベースクロックの倍数として発生させることが可能である。

DVDでは1倍速での基準クロック周波数は26MHz程度であるから、最高26GHz程度のベースクロック周波数、通常は一桁少なくても260MHz程度のベースクロック周波数で十分である。

さらに、該記録領域におけるPwの最大値を Pw_{max} 、最小値を Pw_{min} とするとき、 $Pw_{max}/Pw_{min} \leq 1.2$ とし、 $Pe = Pw = 0.4 \sim 0.6$ 、 $0 \leq Pb \leq 1.5$ (mW) とすることができる。これによれば、3種類のパワーの設定範囲を限定できるので、パワー発生回路を簡便化できる。

本発明では、さらに、Pw、 Pe/Pw 比、Pbを一定として、パルス分割方法のみを変更することで、すべての線速に対応することも可能である。また、 β_m もゾーンによらず一定とし、 α_1 と α_m のみをゾーン依存パラメータとすることもできる。これは、ドライブの記録パルス制御回路を簡略化する上で極めて有用である。

本発明においては、記録時に光学ヘッドの半径位置情報から、記録媒体上に仮想的にゾーンを設定して記録を行っても良いし、ディスクにあらかじめ記載されたアドレス情報やゾーン情報にしたがって、ディスク上に物理的にゾーン構造を設けてもよい。仮想的であっても物理的であっても、ゾーンによって決まる線速度に応じた記録パルス分割方法を選定すればよい。

次に、本発明の光記録方法を、ZCAV方式に適用した他の例について述べる。

記録領域が半径によってp個のゾーンに分割され、最内周側を第1ゾーン、最外周側を第pゾーンとし、第qゾーン（ただし、 q は $1 \leq q \leq p$ の整数）における角速度を ω_q 、平均線速度を $\langle v_q \rangle_{ave}$ 、最大線速度を $\langle v_q \rangle_{max}$ 、最小線速度を $\langle v_q \rangle_{min}$ 、基準クロック周期を T_0 、最短マークの時間的長さを $n_{min}T_0$ とする。

ZCAV方式においては、記録線密度がほぼ一定であるように、外周部のゾーンに移行するほど、記録データの基準クロック T_0 を小さくすることが必要である。

すなわち、 $T_0 \langle v_q \rangle_{ave}$ が $1 \leq q \leq p$ なる全ての q に対してほぼ一定となるように、ゾーンに応じて T_0 を変化させる。ここで、ほぼ一定とは、 $\pm 1\%$ 程度の誤

差を含むものとする。

また、同一ゾーン内の最大線速と最小線速を一定の範囲内にするために、

$$(\langle v_q \rangle_{\max} - \langle v_q \rangle_{\min}) / (\langle v_q \rangle_{\max} + \langle v_q \rangle_{\min}) < 10\% \quad (2)$$

を満たすようにゾーンの幅を決める。すなわち、 $(\langle v_q \rangle_{\max} - \langle v_q \rangle_{\min})$ が $(\langle v_q \rangle_{\max} + \langle v_q \rangle_{\min})$ の 10% 未満となるようにし、第 q ゾーンの幅は、平均半径 $\langle r_q \rangle_{\text{ave}}$ の $\pm 10\%$ 未満の半径位置までが許容されるものとする。より好ましくは、 $(\langle v_q \rangle_{\max} - \langle v_q \rangle_{\min})$ が $(\langle v_q \rangle_{\max} + \langle v_q \rangle_{\min})$ の 5% 未満である。

ゾーンの幅は、記録領域を半径毎に等分割してもよいが、この条件を満たす限り等分割でなくてもよい。記録領域幅にもよるが、30～40mm 幅の記録領域については、概ね 10 個以上に分割される。

本発明者らの検討によれば、最短マーク長 0.4 μm 程度でも、(2) 式を満たせば、ジッタの値は実用レベルであった。

以上 2 つの条件は、記録線密度を一定とし、ひいてはマークの物理的長さ、或いはチャネルビット長を一定するための条件である。なお、チャネルビット長とは、トラックに沿った 1 チャネルビットあたりの長さである。

DVD との再生互換性を、より確実に得るためには、基準再生速度 v を約 3.5 m/s、基準クロック周期 T を約 38.2 nsec としたとき、チャネルビット長 vT の変動をほぼ $\pm 1\%$ 未満とするのが好ましい。

ZCAV 媒体においてこの条件を満たすためには、下記 (3) 式

$$(\langle v_q \rangle_{\max} - \langle v_q \rangle_{\min}) / (\langle v_q \rangle_{\max} + \langle v_q \rangle_{\min}) < 1\% \quad (3)$$

を満たさねばならない。すなわち、 $(\langle v_q \rangle_{\max} - \langle v_q \rangle_{\min})$ が $(\langle v_q \rangle_{\max} + \langle v_q \rangle_{\min})$ の 1% 未満となるようにし、第 q ゾーンの幅は、平均半径 $\langle r_q \rangle_{\text{ave}}$ の $\pm 1\%$ 未満の半径位置までが許容されるものとする。このため、記録領域を 200 個以上のゾーンに分割する。かつ、

$$T_q \langle v_q \rangle_{ave} = v T \quad (4)$$

であり、 $T_q \langle v_q \rangle_{ave}$ が $1 \leq q \leq p$ なる全ての q に対してほぼ一定となるようにする。ここで、ほぼ一定とは、 $\pm 1\%$ 程度の誤差を含むものとする。

これにより、ZCAV方式ながら擬似的に、半径によらない等密度記録ができるため、CLV方式でも再生が可能となり、CLV方式のDVDプレーヤーとの互換性が高まる。

必要に応じて、ゾーン幅はより狭くしてもよい。

さて、以上のような条件のもとで、DVDと同等の記録密度を得る光記録方法について説明する。

波長が600～680nmの光を、開口数NAが0.55～0.65の対物レンズを通し、基板を介して記録層に集光させ、データの記録再生を行うにあたり、

上記記録領域の最内周が半径20～25mmの範囲にあり、最外周が半径55～60mmの範囲にあり、最内周側ゾーンの平均線速度が3～4m/sであり、

第 q ゾーン（ただし、 q は $1 \leq q \leq p$ の整数）における角速度を ω_q 、平均線速度を $\langle v_q \rangle_{ave}$ 、最大線速度を $\langle v_q \rangle_{max}$ 、最小線速度を $\langle v_q \rangle_{min}$ 、基準クロック周期を T_q 、最短マークの時間的長さを $n_{min} T_q$ とすると、

n は1～14の整数であり、

$m = n - 1$ であり、

ω_q 、 P_b 及び P_e/P_w はゾーンによらず一定であり、

$T_q \langle v_q \rangle_{ave}$ は $1 \leq q \leq p$ なる全ての q に対してほぼ一定であり、かつ、

$$(\langle v_q \rangle_{max} - \langle v_q \rangle_{min}) / (\langle v_q \rangle_{max} + \langle v_q \rangle_{min}) < 10\%$$

を満たし、

(i) 第1ゾーンにおいては、

$$\alpha^1_1 = 0.3 \sim 0.8,$$

$$\alpha^1_i \geq \alpha^1_{i-1} = 0.2 \sim 0.4 \text{ であって } i \text{ によらず一定 } (2 \leq i \leq m),$$

$$\alpha^1_2 + \beta^1_1 \geq 1.0,$$

$$\alpha^1_i + \beta^1_{i-1} = 1.0 \quad (3 \leq i \leq m) \text{ とし、}$$

(i i) 第pゾーンにおいては、

$$\alpha^p_i = 0.3 \sim 0.8,$$

$$\alpha^p_i \geq \alpha^q_i = 0.3 \sim 0.5 \text{ であって } i \text{ によらず一定 } (2 \leq i \leq m),$$

$$\alpha^p_i + \beta^{p-1}_{i-1} = 1.0 \text{ } (2 \leq i \leq m) \text{ としたとき、}$$

(i i i) 他のゾーンにおいては、 $\alpha^1_i \leq \alpha^q_i \leq \alpha^p_i$ ($2 \leq i \leq m$) とし、 α^q_i は、 α^1_i と α^p_i との間の値として記録を行う。

上記記録領域の最内周が半径20～25mmの範囲にあり、最外周が半径55～60mmの範囲にある場合、記録領域の半径幅は約30～40mmとなる。そして、ディスクを最内周の第1ゾーンにおいて $\langle v_i \rangle_{ave} = 3 \sim 4 \text{ m/s}$ となるように等角速度で回転させる。

第1ゾーン、第pゾーンについては上記条件により記録を行い、他のゾーン ($2 \leq q \leq p-1$ なる第qゾーン) については $\alpha^1_i \leq \alpha^q_i \leq \alpha^p_i$ ($2 \leq i \leq m$) とし、 α^q_i は、 α^1_i と α^p_i との間の値とする。この場合、 α^q_i の値は0.1Tもしくは0.01T刻みで設定することが望ましい。

好ましくは、 $\alpha^1_i \geq \alpha^q_i \geq \alpha^p_i$ (ただし、 $\alpha^1_i > \alpha^p_i$) とする。

さらに、 P_b 、 P_e/P_w 、 β_1 、 β_m はゾーンによらず一定であり、 α_1 、 α_i のみをゾーンにより変化させれば、線速3～8m/sをすべてカバーする広い線速範囲で良好なオーバーライト特性を得ることができる。

好ましくは、これら P_e/P_w 、 P_b 、 P_w 、 β_m 、 (α^1_i, α^p_i) 、 (α^1_c, α^p_c) の数値が、あらかじめ基板上に、プリピット列或いは溝変形により記載しておくことで、各記録媒体ごと、そして各ゾーンごとにドライブが最適のパルス分割方法及びパワーを選択することができてよい。これらは、通常、記録領域の最内周端もしくは最外周端に隣接した位置に記録される。バイアスパワー P_b を再生パワー P_r と同じにするのであれば、バイアスパワー P_b はあえて記載しなくても良い場合もある。溝変形とは、具体的には溝蛇行（ウォブル）などである。

或いは、プリピット列もしくは溝変形により、アドレス情報をあらかじめ基板上に記録した光学的情報記録用媒体に、該アドレス情報とともに、該アドレスに

において適当な α_i 及び α_i に関する情報を含ませてもよい。

これにより、アクセスする際にアドレス情報とともに該パルス分割方法情報も読み出し、パルス分割方法を切り替えることができ、特別な補正をすることなく、該記録媒体及び該アドレスの属するゾーンに適したパルス分割方法を選択することができる。

上記のような、ゾーンごとに記録パルス分割方式を変更しながら、ディスク全周にわたって記録を行う方式は、ZCLV方式 (Zoned CLV) でも適用可能である。以下に具体例を説明する。

記録領域を半径方向に複数のゾーンに分割し、各ゾーン内においては、線速度一定で記録を行うものとし、

最内周ゾーンにおける記録線速度 v_{in} と最外周ゾーンにおける記録線速度 v_{out} の比 v_{out}/v_{in} が 1.2 ~ 2 であり、

$\alpha_i = 0.3 \sim 0.6$ ($2 \leq i \leq m$) 及び $\beta_m = 0 \sim 1.5$ とし、

線速度によらず m 、 $\alpha_i + \beta_{i-1}$ ($3 \leq i \leq m$)、 $\alpha_i T$ 、 P_e/P_w 、及び P_b を一定とし、線速度に応じて α_i ($2 \leq i \leq m$) 及び/又は β_m を変化させることにより記録を行う。

ZCLV方式は、記録領域を半径方向の複数のゾーンに分割することはZCAV方式と同様であるが、同一ゾーン内ではCLVモード、即ち線速度一定でディスクを回転させながら記録を行う。

このため、本発明記録方法をZCLV方式に適用する場合、最内周ゾーンと最外周ゾーンとの線速度をそれぞれ V_{in} 、 V_{out} とするとき、 V_{in} と V_{out} の差を小さくし、例えば V_{out}/V_{in} を 1.2 ~ 2 とすることで、媒体への線速度依存性の負担を軽減する。

本発明媒体は、記録パルス分割方法をわずかに変更するのみで、線速 3 ~ 8 m/s の広範囲で記録可能であるから、比較的少ないゾーン数に分割するZCLV方式が適用できる。

この際、ゾーンによらず等記録密度とするためには、各ゾーンでの線速度 V_i と

各ゾーンにおける記録データの基準クロック周期 T_0 は、 $T_0 \langle v_0 \rangle_{ave}$ を q によらずほぼ一定とする。

そして、各ゾーンにおいて、最適化された記録パルス分割方法を用いる。すなわち、 $\alpha_i = 0.3 \sim 0.5$ ($2 \leq i \leq m$) 及び $\beta_m = 0 \sim 1.5$ とし、線速度によらず m 、 $\alpha_i + \beta_{i-1}$ ($3 \leq i \leq m$)、 $\alpha_i T$ 、 P_e / P_w 、及び P_b を一定とし、線速度に応じて α_i 及び / 又は β_m を変化させることにより記録を行う。

以上述べた、CLV方式、ZCAV方式、或いはZCLV方式において、オーバーライト時の線速度に応じて記録パルス分割法を可変とする例は、主として β_m を線速によらず一定として、パルス発生回路を簡便化するものであったが、逆に、 β_m を積極的に変化させることで、パルス発生回路の簡易化を図ることもまた可能である。

すなわち、結晶部を未記録・消去状態とし非晶質部を記録状態とし、最短マーク長 $0.5 \mu m$ 以下の複数の記録マーク長により情報を記録するにあたり、

記録マーク間には、非晶質を結晶化しうる消去パワー P_e の記録光を照射し、一つの記録マークの時間的な長さを nT としたとき (T は基準クロック周期、 n は2以上の整数)、

記録マークの時間的長さ nT を、

$$\eta_1 T, \alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots,$$

$$\alpha_i T, \beta_i T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T, \eta_2 T$$

(ただし、 m はパルス分割数で $m = n - k$ 、 k は $0 \leq k \leq 2$ なる整数とする。

また、 $\sum_i (\alpha_i + \beta_i) + \eta_1 + \eta_2 = n$ とし、 η_1 は $\eta_1 \geq 0$ なる実数、 η_2 は $\eta_2 \geq 0$ なる実数、 $0 \leq \eta_1 + \eta_2 \leq 2.0$ とする。

α_i ($1 \leq i \leq m$) は $\alpha_i > 0$ なる実数とし、 β_i ($1 \leq i \leq m$) は $\beta_i > 0$ なる実数とする。

$\alpha_1 = 0.1 \sim 1.5$ 、 $\beta_1 = 0.5 \sim 1.0$ 、 $\beta_m = 0 \sim 1.5$ とし、 $2 \leq i \leq m$ なる i において α_i は $0.1 \sim 0.8$ の範囲にあり、かつ、 i によらず一定とする。

なお、 $3 \leq i \leq m$ なる i において $\alpha_i + \beta_{i-1}$ は $0.5 \sim 1.5$ の範囲にあり、かつ、 i によらず一定とする。) .

の順に分割し、

$\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$) の時間内においては記録層を溶融させるにたる $P_w > P_e$ なる記録パワー P_w の記録光を照射し、 $\beta_i T$ ($1 \leq i \leq m$) の時間内においては、 $0 < P_b \leq 0.2 P_e$ (ただし、 $\beta_m T$ においては、 $0 < P_b \leq P_e$ となりうる) なるバイアスパワー P_b の記録光を照射し、

線速度によらず m 、 $\alpha_i + \beta_{i-1}$ ($3 \leq i \leq m$)、 $\alpha_i T$ 、及び $\alpha_i T$ ($2 \leq i \leq m$) を一定とし、線速度が小さいほど β_m が単調に増加するように変化させる光記録方法である。

まず、記録密度を一定に保つために、上述の ZCAV 方式もしくは ZCLV 方式を適用し、基準クロック周期 T は線速度に反比例させて変化させる。

そして、少なくとも $3 \leq i \leq m$ 、好ましくは $2 \leq i \leq m$ において $\alpha_i + \beta_{i-1}$ を、線速及び i によらず一定とすることにより、パルス発生回路を簡略化でき、かつ、 α_i を低線速ほど単調に減少させて記録層の冷却速度を増加させることができる。通常、 $\alpha_i + \beta_{i-1} = 1.0$ とする。

このようなパルス分割方法を実現するためには、第 11 図のゲート発生タイミングの説明図において、基準クロック周期 T に同期させて (一定の遅延を付加することはありうる)、幅 $\alpha_i T$ の固定長パルス一個 (Gate 1) と、後続する幅 $\alpha_i T$ ($\alpha_i T$) の固定長パルスを複数個 (Gate 2) 発生させる一方、最終オフパルス長 $\beta_m T$ を決める Gate 3 のみ線速に応じて変化させれば良い。

ここで、各記録線速度での最大記録パワーを $P_{w_{max}}$ 、最小記録パワーを $P_{w_{min}}$ とするとき、

$$P_{w_{max}} / P_{w_{min}} \leq 1.2,$$

$$P_e / P_w = 0.4 \sim 0.6,$$

$$0 \leq P_b \leq 1.5 \text{ (mW)}$$

とするのが好ましい。

また、前述のように、少なくともオーバーライト時の線速度が 5 m/s 以下の場合において、繰返しオーバーライト時の熱ダメージを防ぐために、 $m=n-1$ においては $\sum \alpha_i < 0.4n$ とし、 $m=n-2$ においては $\sum \alpha_i < 0.5n$ とするのが好ましい。

さらに、オーバーライト時の最高線速度における β_m を β_m^H 、最低線速度における β_m を β_m^L とし、各オーバーライト時の線速度における β_m を β_m^L と β_m^H の間の値とし、記録線速度によらず P_b 、 P_e/P_w 比が一定であるような記録方法が適用できる。

この場合、少なくとも P_e/P_w 比、 P_b 、 P_w 、 $\alpha_i T$ 、 $\alpha_i T$ 、(β_m^L 、 β_m^H) の数値が、あらかじめ媒体の基板上に、プリピット列或いは溝変形により記録されていれば、やはり最適なパルス分割方法が自動的に選択でき、好ましい。

さらにまた、最大線速度が最小線速度の倍程度までであれば、十分に実用的な信号品質を維持しつつ、記録線速度によらず β_m が一定であるような光記録方法も可能である。

CLV方式の再生専用DVDドライブには、マークを再生して得られる基準クロック周期をもとに、データクロックと回転同期信号を発生させて、回転制御を行う方式がある。

上述のようにして、最短マーク長、或いはチャネルビット長が記録半径によらずほぼ一定となるように、ZCAV方式でマークが記録された媒体は、本方式の再生専用DVDドライブで、そのまま再生することが可能である。

すなわち、記録されたマークから生成されるデータの基準クロック周期 T_d が、該ドライブの基準データクロック T_r とほぼ一致するようにPLL (Phase Lock Loop) 方式により回転同期制御することが可能であるから、多少の線速のゆらぎやチャネルビット長のゆらぎがあっても、再生回路でそのままデコードできるのである。

特に、全てのゾーンで最短マーク長が $0.4 \mu\text{m}$ でほぼ一定になるように記録されたEFMプラス変調データは、記録されたマークから生成される回転同期信

号から、PLL制御によるCLV回転同期が達成される。同時に、周波数が25～27MHzの範囲にある基準データクロックTrが発生され、このクロックに基づいて、ゾーン間の遷移を意識することなく、CLV記録媒体として再生することができる。

もちろん、基準データクロックが $T_r/2$ となるように回転同期が達成されれば、2倍速による再生が可能となる。このようなPLL方式による回転同期信号の発生回路等は、既に公知のDVDプレーヤーやDVD-ROMドライブでの方式をそのまま使用できる。

さて、本発明媒体は、反射率以外の全ての信号特性においてDVDとの再生互換性を確保することができる。このためには溝内記録が望ましく、また、溝のプッシュプル信号が小さいのが好ましい。溝のプッシュプル信号が大きいと、再生時に使用するDPD法でのトラッキングサーボ信号が小さくなるからである。従って溝深さを、プッシュプル信号が最大となる $\lambda/(8n)$ より浅くする必要がある。なお、 λ は空気中での再生光波長、 n は基板の屈折率である。しかし、記録時には通常、トラッキングサーボにプッシュプル信号を利用するので、小さすぎても好ましくない。

また、再生信号特性については、高いCN比を得るためには変調度Modが0.5以上であるのが好ましい。ただし、Modは(DC再生信号のエンベロープの振幅)/(DC再生信号のエンベロープの上端値)とする。

好ましい溝深さは $d = \lambda/(20n) \sim \lambda/(10n)$ である。 $\lambda/(20n)$ より浅すぎると、記録時のプッシュプル信号が小さくなりすぎてトラッキングサーボがかからず、 $\lambda/(10n)$ より深くても再生時のトラッキングサーボが安定しない。例えば、記録再生波長が630～670nm程度、対物レンズの開口数NAが0.6～0.65では、溝深さは25～40nmの範囲であることが望ましい。

また、DVDと同程度の容量を確保するには、溝のピッチを0.6～0.8 μm とする。また、溝ピッチを0.74 μm とすると、DVDとの互換性がとりや

すい。

溝幅は $0.25 \sim 0.5 \mu\text{m}$ であることが望ましい。 $0.25 \mu\text{m}$ より狭いとプッシュプル信号が小さくなりすぎてしまう。 $0.5 \mu\text{m}$ より広いと溝間の幅が狭くなり基板の射出成形時に樹脂が入り込みにくく、溝形状の基板への正確な転写が困難になる。

本発明媒体は、記録後に反射率が低下する。このような媒体において、溝内の反射率のほうを低くするためには、つまり、記録後の溝内の平均反射率を R_{Ga} 、記録後の溝間の平均反射率を R_{La} として、 $R_{Ga} < R_{La}$ とするためには、溝幅が溝間幅より狭いことが望ましい。

例えばDVDと互換性をとるために、溝ピッチを $0.74 \mu\text{m}$ とすると、溝幅はその半分である $0.37 \mu\text{m}$ より狭いことが好ましい。

一方、記録前の溝内の平均反射率を R_{Gb} 、記録前の溝間の平均反射率を R_{Lb} とすると、上記 $R_{Ga} < R_{La}$ さえ満足すれば $R_{Gb} > R_{Lb}$ であってもよい場合には、溝幅を $0.4 \sim 0.5 \mu\text{m}$ とすることで、溝内に記録される非晶質マークの幅を広げ、変調度を高めたり、ジッタを低減できることがある。

さて、これら溝には、未記録の特定トラックにアクセスするために、また、基板を一定線速度で回転させる同期信号を得るために、周期的な変形を設けることがある。一般的には、トラック横断方向に蛇行したウォブル(wobble)が形成されることが多い。すなわち、溝が一定周波数 f_w で蛇行していれば、その周波数を検出することで、PLL方式により回転同期用の信号が取り出せる。

溝蛇行の振幅は、 $40 \sim 80 \text{ nm}$ (peak-to-peak値)であることが望ましい。 40 nm 未満では振幅が小さすぎてSN比が悪くなるし、 80 nm を超えると、第6図に示す記録信号のエンベロープの上下端がウォブル信号に由来する低周波成分を多く含み、再生信号の歪みが大きくなってしまう。

ウォブルの周波数が、記録データの帯域に近い場合には、その振幅は 80 nm 以下であることが望ましい。

さらに、該蛇行周波数 f_w を搬送波として、特定のアドレス情報に従って、周

波数変調もしくは位相変調された蛇行を形成すれば、これを再生することでアドレス情報を取得できる。

蛇行周波数 f_{wo} を一定として溝蛇行を形成すれば、 f_{wo} から生成された溝蛇行信号の基準周期 T_w もしくはその倍数又は約数から、データ用の基準クロック信号 T を発生させることもできる。

通常、ウォブルの周期は、データの周波数成分より十分に低周波又は高周波に設定し、データ信号成分との混合を防止し、帯域フィルタ等で容易に分別できるように設定される。特に、 f_{wo} がデータの基準クロック周期より 1 ～ 2 桁程度低くすることは記録可能 CD 等でも実用化されている。

CLV方式に用いる媒体においては、PLL回転同期が達成されたのち、 f_{wo} を 1 ～ 2 桁程度、倍してデータ基準クロックを生成する。このような方法で生成されたデータ基準クロックは、一般的に、回転同期のゆらぎの影響（ f_{wo} の 0.1 ～ 1 % 程度）から、データ基準クロック（周波数）と同じオーダーの揺らぎを伴いやすい。これは、データの検出のためのウィンドーマージンを悪化させる。

そこで、溝蛇行信号とは別に、データ基準クロックのゆらぎを補正するために、一定データ長毎に、プリピットや振幅の大きい特殊なウォブルを挿入することも有効である。一方、 f_{wo} がデータ基準クロック周波数（ $1/T$ ）もしくはその 100 分 1 から 100 倍の範囲であれば、回転同期達成後、とりだされたウォブル信号をもとに、そのままデータ基準クロックを発生しても十分な精度が確保できる。すなわち、

$$100/T \geq f_{wo} \geq 1/(100T) \quad (5)$$

とする。

また、既に述べたZCAV法においては、基準クロック周期 T_0 は、各ゾーンの溝蛇行の基準周期 T_{wo} の倍数もしくは約数として発生せしめるのが好ましい。すなわち、周波数 f_{wo} をゾーンごとに変更しながら、一定角速度で溝蛇行を形成することで、 f_{wo} として生成される基準クロックもしくはその逡倍数周波数を、データ用の基準クロック T_0 として発生させることができる。

この際に、溝のウォブルを、(5)式を満たすような比較的高周波とすると、各ゾーンごとのデータ基準クロックの生成が容易になる。そして、ゾーンごとに基準クロック T_0 を変化させ、可変パルス分割方法をこの信号に同期させて発生させることができ、分割された各パルスの位置精度やゆらぎが低減でき、好ましい。

ZCAV方式のゾーン分割の一例として、溝の一周を1ゾーンとすることが考えられる。このとき溝が、ゾーンによらず周期が一定のウォブルを有し、

溝ピッチを TP 、蛇行周期を T_{w0} とすると、近似的に

$$2\pi \cdot TP = a \cdot T_{w0} \cdot v_0$$

(ただし、 a は自然数)

なる関係を満たすようにすると、周期 T_{w0} が一定のウォブルが、全記録領域にわたって形成され、トラック一周だけ外周になるごとに、 a 個のウォブルが増加することになる。

そして、 T_{w0} が、基準クロック周期 T の整数倍となっていること、すなわち $T_{w0} = mT$ (m は自然数)となっていることは、 T_{w0} から基準クロックを発生させる場合に、単純に整数分の1とすればよいので、基準クロック発生回路を簡略化でき望ましい。この場合、 m は近似的に自然数でなくてもよく、 $\pm 5\%$ 程度のずれは許容できる。

すなわち、 $TP = 0.74 \mu m$ に対して、 $v_0 = 3.5 m/s$ 、 $T = 38.23 ns$ 、 $n = 1$ とすると、 $m \approx 34.7$ となり、近似的にウォブル周期 $T_{w0} = 35T$ とすれば、一周ごとに含まれるウォブルの数が1個ずつ増えていく。

この場合には、CLV方式で、ウォブルが導入されているにもかかわらず、隣接トラックのウォブルの位相が常にそろっているために干渉(ビート)によるウォブル信号の再生振幅の変動が小さいという利点がある。

以上、本発明の適用例について述べたが、本発明は相変化媒体一般のマーク長記録における線速度依存性及び記録パワー依存性を改善するのに有効であり、書換え型DVDに限定されるものではない。

例えば、波長 $350 \sim 500 nm$ の青色レーザー光と $NA = 0.6$ 以上の光学

系を用いた、最短マーク長が $0.3\mu\text{m}$ 以下のマーク長変調記録を行う場合にも、本発明媒体及び記録方法は有効である。最短マーク長は、マークの安定性を考慮すれば 10nm 程度以上が好ましい。

その場合、トラック横断方向の温度分布を平坦化することに留意する必要がある。第2保護層の膜厚を $5\sim 15\text{nm}$ と極めて薄くすることが有効である。

波長 $350\sim 450\text{nm}$ のレーザー光を用いる場合は、 10nm 以下とするのがより好ましい。

さらに、本発明媒体は、溝と溝間の両方をトラックとして記録を行う、いわゆるランド&グループ記録に適用してもよい。ランドとグループで同等の記録特性を満たさなければならない困難さはあるものの、溝幅が広いままトラックピッチを狭めやすく、高密度記録に適している。溝幅 GW と溝間幅 LW をともに $0.2\sim 0.4\mu\text{m}$ とすることで、高密度でありながら安定したトラッキングサーボ性能が得られる。また、 GW/LW 比が 0.8 以上 1.2 以下であれば、溝及び溝間双方の信号品質を同等に保てる。クロストークを低減するためには、溝深さ $d = \lambda / (7n) \sim \lambda / (5n)$ 又は $\lambda / (3.5n) \sim \lambda / (2.5n)$ とすることが望ましい。

実施例

以下に実施例を示すが、本発明はその要旨を越えない限り以下の実施例に限定されるものではない。

以下の実施例では、基板は射出成形で作成した。基板は厚さ 0.6mm の射出成形されたポリカーボネート樹脂基板とし、特に断らない限り、溝ピッチ $0.74\mu\text{m}$ 、幅 $0.34\mu\text{m}$ 、深さ 30nm の溝をスパイラル上に形成したものを用いた。

特に断らない限り、溝は線速 3.5m/s において、周波数 140kHz のウォブルを有し、ウォブルの振幅は約 60nm （peak-to-peak値）とした。

なお、溝形状は、U溝近似の光学回折法を用いて測定した。走査型電子顕微鏡や走査型プローブ顕微鏡で溝形状を実測しても良い。この場合、溝深さの半分の位置における溝幅を用いる。

特に断らない限り、該基板上に、第5図(a)に示すような4層構成を成膜後、その上に紫外線硬化樹脂からなる保護層をスピコートによって設け、もう1枚同じ層構成を有する0.6mm厚基板と貼り合わせた。また、以下の実施例及び比較例においては、第5図(a)における第1保護層を下部保護層、第2保護層を上部保護層と呼ぶこととする。

成膜直後の記録層は非晶質であり、長軸約90 μ m、短軸約1.3 μ mに集光した波長810～830nmのレーザー光ビームにより線速3.0から6.0m/sの範囲内で適当な線速度を選んで、初期化パワー500～700mWの光を照射して全面を熔融して再結晶化させ初期（未記録）状態とした。

各層組成は蛍光X線分析、原子吸光分析、X線励起光電子分光法等を組み合わせて確認した。

記録層、保護層の膜密度は基板上に数百nm程度に厚く成膜した時の、重量変化から求めた。膜厚は蛍光X線強度を触針計で測定した膜厚で校正して用いた。

反射層の面積抵抗率は4探針法抵抗計{Loresta FP、(商品名)三菱油化(現ダイアインストルメント)社製}で測定した。

抵抗測定は、絶縁物であるガラスもしくはポリカーボネート樹脂基板上に成膜した反射層、あるいは、第5図の4層構成(紫外線硬化樹脂保護コート前)成膜後、最上層となる反射層で測定した。

上部保護層が誘電体薄膜で絶縁物であるため、4層構成であっても、反射層の面積抵抗率測定に影響はない。また、実質的に無限大の面積とみなせる、直径120mmのディスク基板形状のまま測定した。

得られた抵抗値Rを元に、以下の式で、面積抵抗率 ρ_s 及び体積抵抗率 ρ_v を計算した。

$$\rho_s = F \cdot R \quad (6)$$

$$\rho v = \rho s \cdot t \quad (7)$$

ここで、 t は膜厚、 F は測定する薄膜領域の形状で決まる補正係数であり、4.3～4.5の値をとる。ここでは、4.4とした。

特に断らない限り、記録再生評価にはパルステック製DDU1000評価機を用いた。光ヘッドの波長は637nm、対物レンズの開口数NAは0.6もしくは0.63である。ビーム径はそれぞれ約0.90 μ m及び約0.87 μ mである。なお、ビーム径は、ガウシアンビームでエネルギー強度がピーク強度の1/e²以上となる領域に相当する。

記録は第10図に示したパルス分割方法で、特に断らない限り $m=n-1$ とし、 $\alpha_i + \beta_{i-1} = 1.0$ ($2 \leq i \leq m$)とした。 P_b はすべての線速度において再生パワーと同じ1.0mWで一定とした。 P_e/P_w は特に断らない限り、0.5で一定とした。 P_b を、0.8～1.0mWの間で一定とし、 P_w を変化させて変調度及びジッタを測定した。

記録する信号は、DVDで用いられている8-16変調(EFMプラス変調)されたランダム信号とした、特に断らない限り最短マーク長は0.4 μ mとした。また、特に断らない場合は、単一トラックのみ記録した状態で測定をおこなったので、クロストークの影響は入っていない。

記録は、DVDの標準線速度3.5m/sを1倍速として、1倍速、2倍速など様々な線速で行った。

再生は常に線速3.5m/sで行い、ジッタはイコライザー通過後の再生信号を2値化した後に測定した。なお、ジッタはエッジ・トゥ・クロックジッタ(edge-to clock jitter)を指し、測定値は基準クロック周期Tに対する%で表示した。イコライザーの特性は再生専用DVD規格に準拠した。基準クロック周期T=38.2nsec.(26.16MHz)に対して概ね10%未満(より好ましくは8%未満)のジッタと、50%以上の変調度、好ましくは60%以上の変調度が得られることが好ましい。さらにまた、繰返しオーバーライト後のジッタ増加が少なく、少なくとも100回後、好ましくは1000回後でも、Tに対し

て13%未満を維持できることが望ましい。

なお、再生専用DVDとの互換性確保の立場からは650～660nmでの再生光での測定が重要であるが、本発明において波長は、単に集束光ビーム形状にわずかに影響するだけであり、再生光学系を調整すれば、本発明で使用したような637nm光学系と同様のジッタが660nm光学系でも得られることが確認されている。

(実施例1及び比較例1)

記録層として、本発明に係るInGeSbTe系と従来公知のInAgSbTe四元系とを比較するために、AgとGeの組成以外はほぼ厳密に記録層組成及び層構成をそろえた媒体を表-1のように用意した。

両記録層は、AgとGeを置き換えた以外、組成はほとんど測定誤差の範囲内で十分同等とみなせる範囲である。下部保護層の膜厚が異なっているのは、媒体の反射率 R_{top} が同じとなるように調整したためである。記録層の屈折率が微妙に違うせいで、このような補正が必要なのであるが、記録層への光の吸収効率を同じにして、再生光による熱ダメージの影響を同じにして比較するためには必要な補正である。記録層膜厚及び上部保護層膜厚が同じであるから、放熱効果及び熱ダメージについては同等とみなせる。

基板は0.6mm厚のポリカーボネート樹脂で、溝ピッチ0.74 μ m、溝幅0.34 μ m、溝深さ27nm、ウォブル周波数140kHz（線速度3.5m/s）、ウォブル振幅60nm（peak-to-peak値）の溝が形成されており、該溝内に記録を行った。

この2種類の媒体に対して、記録線速度3.5m/s、 $T=38.2$ ナノ秒において、EFMプラス変調で記録を行ったところ、良好なオーバーライト記録特性を示した。オーバーライト記録条件は、それぞれのディスクの特性が必ずしもベストとなる条件ではなく、両方の特性が表-1に示すようにほぼ同等となるような共通の条件で行った。

すなわち、第10図(a)に示すパルス分割方法において、 $m=n-1$ 、 α_1+

$\beta_{i-1} = 1.0$ ($2 \leq i \leq m$)、 $\alpha_i = \alpha_c = \text{一定}$ ($2 \leq i \leq m$) とし、 $\alpha_1 = 0.5$ 、 $\alpha_c = 0.3$ 、 $\beta_m = 0.5$ とし、 $P_w = 13.5 \text{ mW}$ 、 $P_e = 6.5 \text{ mW}$ 、 $P_b = 0.8 \text{ mW}$ とした。

このように記録された信号に、再生光を繰返し照射し、再生光安定性を調べた。所定の再生光パワー P_r で所定回数照射したのち、再生光パワーを 0.5 mW と十分低くしてジッタ等の測定を行った。結果を第 12 図に示す。

実施例 1 の媒体は、再生光パワー 1 mW では 10^6 回まで全く再生光による劣化を示さなかった。 0.1 mW ずつパワーを上げると徐々に劣化が早くなる程度である。

一方、比較例 1 の媒体は、再生光パワー 1 mW 以上のすべての再生光において、最初の $100 \sim 1000$ 回までの間に急激にジッタが増加したのち徐々に悪化する。全体としてジッタ値が高いが、初期のジッタ悪化が致命的である。

比較例 1 においてはまた、再生光により変調度が低下し、 100 回程度の照射で 10% 程度低下して落ち着いた。初期はジッタが急増するため、変調度の低下は不均一に進行していると考えられる。

実施例 1 及び比較例 1 の記録済媒体を、 $80^\circ\text{C}/80\% \text{ RH}$ の環境下に放置して、加速試験を行ったところ、 250 時間後には実施例 1 のディスクの特性は、ほとんど全く変化していないのに対して、比較例 1 のディスクの記録信号は、ほぼ完全に消えていた。比較例 1 の組成の記録層材料では非晶質マークが極めて不安定なことがわかる。

このように実施例 1 のディスクにおいては、初期のオーバーライト記録特性とともに、耐再生光安定性、経時安定性に優れている。これは、 $\text{Sb}_{0.7}\text{Te}_{0.3}$ に過剰の Sb を含む合金系において、 Ge の適量の添加が非常に効果的であることを示している。

実施例 1 の媒体について、 $80^\circ\text{C}/80\% \text{ RH}$ の環境下で加速試験を行った。 2000 時間まで加速試験を実施した。加速試験前に記録した信号のジッタの悪化は 1% 程度に過ぎなかった。

また、変調度は初期が64%であったが、2000時間加速試験後も61%と、ほとんど変化しなかった。反射率もほとんど全く変化していなかった。2000時間後に未記録部に新たに記録を行った場合のジッタの悪化は3%程度であったが、実用上全く支障の無いレベルである。

また、実施例1の媒体において、ジッタの記録パルス分割方法依存性を、 $m = n - 1$ 及び $m = n - 2$ の場合について詳細に検討した。

第13図は、線速3.5m/sにおいてそれぞれ(a) $m = n - 1$ 、(b) $m = n - 2$ で記録した場合のジッタの、 α_i 、 α_c 依存性を示す等高線図である。

また、第14図は、線速7.0m/sにおいてそれぞれ(a) $m = n - 1$ 、(b) $m = n - 2$ で記録した場合のジッタの、 α_i 、 α_c 依存性を示す等高線図である。各図の測定に用いたPw、Pe、Pb及び β_m は各図の上に示している。

線速3.5m/sにおいては、 $m = n - 1$ 、 $m = n - 2$ いずれの場合にも、 $\alpha_i = 0.7 \sim 0.8$ 、 $\alpha_c = 0.35 \sim 0.40$ の近傍において、最も低いジッタ(概ね7%以下)が得られているのがわかる。

線速7.0m/sにおいては、 $m = n - 1$ 、 $m = n - 2$ いずれの場合にも、 $\alpha_i = 0.5$ 付近、 $\alpha_c = 0.40$ 付近において、最も低いジッタが得られているのがわかる。最小のジッタが得られる近傍の α_i 、 α_c に対しては、いずれの場合も $\sum \alpha_i < 0.5n$ なる条件を満たす。

なお、本実施例では、線速3.5m/s、7.0m/sいずれの場合にも、 $m = n - 2$ とすることで、より低いジッタ値が得られており、また、 $m = n - 1$ の場合に比べて、大きい α_i に対しても低ジッタが得られている。

さらに、上記実施例1の媒体を、NA=0.63の評価機を用いて、表-2のように、記録パルス分割方法を変えて、ジッタの線速依存性を評価した。なお、基準クロック周期Tは線速に反比例させている。パルス分割方法は、 $m = n - 1$ 、 $\alpha_i + \beta_{i-1} = 1.0$ ($2 \leq i \leq m$)、 $\alpha_i = \alpha_c = \text{一定}$ ($2 \leq i \leq m$) としている。Pw、Pb、Peは線速によらず一定とした。ここで、表-2のパルス分割方法では、全線速度において、 $\sum \alpha_i < 0.5n$ が満たされている。

DVDの標準線速の1倍速から2.5倍速程度まで良好なオーバーライト特性が得られた。本媒体は、記録領域を3～4ゾーンに分割して、ゾーン毎にわずかに記録パルスストラジを変更することで、CAV方式であっても、記録領域全域において良好なオーバーライト特性を示す。

また、波長660nm、NA=0.65の評価機を用いて記録再生を行っても、同様の結果が得られた。

(実施例2)

基板上に、下部保護層(ZnS)₈₀(SiO₂)₂₀、記録層Ge_{0.05}Sb_{0.73}Te_{0.22}、上部保護層(ZnS)₈₀(SiO₂)₂₀、反射層Al_{0.995}Ta_{0.005}を、各層の膜厚を様々に変えて設けた。各層の膜厚を表-3に示す。すべての薄膜はスパッタ法で真空を解除せずに作成した。

反射層の成膜は到達真空度 2×10^{-4} Pa以下、Ar圧0.54Pa、成膜レート1.3nm/秒で行った。

その体積抵抗率は55nΩ・m、面積抵抗率は0.28Ω/□であった。

酸素、窒素等の不純物はX線励起光電子分光での検出感度以下で、全部併せてもほぼ1原子%未満であると見なせる。(ZnS)₈₀(SiO₂)₂₀保護層の膜密度は3.50g/cm³で、理論的バルク密度3.72g/cm³の94%であった。また、記録層密度はバルク密度の90%であった。熱シミュレーションから見積もった保護層の熱伝導率は 3.5×10^{-4} pJ/(μm・K・nsec)であった。

このようにして作成した媒体に、1倍速及び2倍速それぞれにおいて、第10図(a)に示すパルス分割方法を、各媒体の層構成ごとに最適化して用い、記録(オーバーライト)を行った。そののち、初回、10回、1000回オーバーライト後のジッタを測定した。測定には、記録再生ともに、波長637nm、NA=0.63の光学系を用いた。

表-3に、各媒体の1倍速での最適パルス分割方法、ジッタ、Rtop、変調度をまとめた。

いずれも、1倍速で、最短マーク長 $0.4\mu\text{m}$ のマーク長変調記録が行えており、大きな初期変調度が得られている。

上部保護層膜厚を 20nm とすると、初期ジッタ、 1000 回オーバーライト後のジッタ、ともに 10% 未満であった。上部保護層膜厚を 30nm とすると、初期のジッタは良好であるが、繰返しオーバーライトによるジッタ増加が若干多く、 1000 回オーバーライト後は、ジッタが $10\sim12\%$ となった。上部保護層膜厚を 40nm とすると、初期ジッタが 13% 以上となり、また、繰返しオーバーライトで急激に悪化して 20% 以上となった。

さらに、記録層膜厚を 30nm と厚くした実施例2(h2)は、初回記録ジッタが 13% 以上あり、繰返しオーバーライトによるジッタの悪化が著しかった。

下部保護層膜厚を 45nm とした実施例2(i2)は、繰返しオーバーライト耐久性が悪かった。

また、反射層の厚みが 250nm のほうが 200nm よりも、いっそう良好なジッタが得られた。すなわち、このような高密度のマーク長記録においては、「超急冷構造」とするのが好ましいことがわかる。

次に、実施例2(g1)の媒体の、ジッタの記録パワー P_w 依存性を評価した。パルス分割方法は、第10図において $m=n-1$ とし、 $P_w=14\text{mW}$ 、 $P_e/P_w=0.5$ 、 $\beta_m=0.5$ として、1倍速及び2倍速で記録した。そのうち、 α_1 及び $\alpha_c=\alpha_i$ ($2\leq i\leq m$) に対するジッタの依存性を評価した。

2倍速では $\alpha_1=0.5$ 、 $\alpha_c=0.4$ 、 $\beta_m=\beta_{n-1}=0.5$ 、 $P_w=14\text{mW}$ とし、1倍速では $\alpha_1=0.7$ 、 $\alpha_c=0.3$ 、 $\beta_m=\beta_{n-1}=0.5$ 、 $P_w=14\text{mW}$ とした。このとき、2倍速では、 $\sum \alpha_i=0.3n$ ($n=3$)、 $0.33n$ ($n=4$)、 $0.34n$ ($n=5$)、 $0.38n$ 以下 ($n=6\sim14$) であった。1倍速では、 $\sum \alpha_i=0.33n$ ($n=3$)、 $0.33n$ ($n=4$)、 $0.32n$ ($n=5$)、 $0.32n$ 未満 ($n=6\sim14$) であった。

第15図にその結果を示す。初回及び10回オーバーライト後のジッタの記録パワー P_w 依存性、並びに、10回オーバーライト後の、反射率 R_{top} 及び変

調度Modの記録パワーPw依存性、を示した。(a)は2倍速記録、(b)は1倍速記録の場合である。なお、Rtopは、第6図でのItopに相当する。また、図中、DOW(Direct Overwrite)とはオーバーライトのことを指す。

次に、オーバーライト耐久性を評価した。第16図にその結果を示す。ジッタ、反射率及び変調度について、それぞれオーバーライト1000回後までの値を示した。(a)は2倍速記録、(b)は1倍速記録の場合である。いずれの場合も、ジッタは、10回程度までは漸増するが10回以降は安定化し、ジッタ、変調度、反射率ともに1000回までほとんど劣化しなかった。

さらに、本媒体を、線速9m/sで、基準クロック周期を14.9nsecとした以外は上記2倍速(線速7m/s)と同じパルス分割方法で、Pw=14mWとしてオーバーライトを行った。消去比は30dB以上の十分な値が得られた。また、ジッタも11%未満と良好であった。

実施例2(g1)の媒体については、線速3~8m/sの範囲において、Pw=14mW、Pb=1mW、Pe/Pw=0.5、 $\beta_m=0.5$ で一定で、 α_i と α_c のみを変化させることで良好なジッタが得られた。すなわち、線速3~5m/sにかけては、 $\alpha_i=0.7$ 、 $\alpha_c=0.35$ 、線速5~7m/sにかけては、 $\alpha_i=0.65$ 、 $\alpha_c=0.4$ 、線速7~8m/sにかけては $\alpha_i=0.55$ 、 $\alpha_c=0.45$ 、というように少なくとも3段階に変化させれば、概ね9%未満の良好なジッタが得られた。より細かく、1m/s刻みで、 α_i と α_c を変化させれば、各線速度においてより良好なジッタが得られると考えられる。

なお、Pw=11~14mWにおいて、Pe/Pwが0.4~0.5で最良のジッタが得られた。また、Pbが1.5mWを越えるとジッタが急激に悪化した。ここで、Pe/Pw=0.5としてPb依存性を調べたところ、Pbが1.0mW未満なら、ほぼ最良のジッタが得られた。すなわち、Pb/Peは0.2未満でなければならない。

次に、上部保護層膜厚が20nmの実施例2(g1)と、40nmの実施例2(d2)を比較する。両媒体に対して、記録マーク長依存性を、1倍速において

下記のように測定した。

NA=0.6の光学系を用い、EFMプラス変調において最短マークである3Tマークの長さを、0.5 μ mから短縮していったときの、ジッタのマーク長依存性を評価した。記録線速は3.5m/sで一定であり、パルス分割方法も上記のもので一定とし、基準クロック周期を変化させてマーク長を変化させた。ただし、最短マーク長が0.46 μ m以上の場合は、装置上の制約から、再生速度3.5m/sではCLV制御が困難になるため、再生速度を5m/sとした。なお、最短マーク長0.4 μ mが、再生専用DVD規格に対応する。

第17図にその結果を示す。(a)は実施例2(g1)の媒体、(b)は実施例2(d2)の媒体である。

実施例2(g1)の媒体は、最短マーク長0.38 μ m程度まで、ジッタが13%未満で使用可能であることがわかる。

なお、NA=0.63の光学系を用いると、約2%程度のジッタ低減が可能であった。また、再生時のイコライザーを最適化するとやはり2%程度のジッタ低減が可能であった。これに加えてNA=0.65の光学系を使用すれば、0.35 μ mでも十分良好なジッタが得られると考えられる。

実施例2(d2)の媒体は、マーク長0.45 μ m以上では概ね問題のないジッタが得られているが、0.45 μ m未満で急激にジッタが増加し、マーク長0.40 μ mではジッタ13%以上となり使用不可能となった。

次に、いわゆるチルトマーzinを評価するため、実施例2(g1)の媒体に、EFMプラス変調されたランダムパターン信号を複数トラックにわたって記録後、基板を再生レーザー光の光軸に対して意図的に傾けて、再生時のジッタの変化を測定した。記録再生の光学系はNA=0.6、記録線速は1倍速又は2倍速、いずれも10回オーバーライト後の再生である。第18図に測定結果を示した。チルトマーzinは、ラジアル方向で $\pm 0.7 \sim 0.8$ 度、円周方向で $\pm 0.5 \sim 0.6$ 度であり、通常のドライブにおいて問題のないレベルであった。

<加速試験>

実施例2 (g1) の媒体の一部のトラックに、 $P_w = 13 \text{ mW}$ として、上記最適パルス分割方法を用い、EFMプラス変調されたランダムパターンを記録し、ジッタを測定した。そののち、本媒体を、 $80^\circ\text{C}/80\% \text{ RH}$ の高温高湿下で加速試験を行った。加速試験500時間後及び1000時間後に、本トラックのジッタを再度測定したところ、1000時間後に1%程度悪化したのみであった。

また、加速試験1000時間後に、他のトラックに、上記と同一条件でランダムパターンを記録しジッタを測定したところ、2%程度の悪化が見られたが、この程度であれば実用上問題はない。

また、1倍速及び2倍速で同様に記録を行い、 $80^\circ\text{C}/80\% \text{ RH}$ の高温高湿下で1000時間の加速試験前後での変調度を評価した。1倍速では、初期変調度が61%、加速試験後変調度が58%であった。2倍速では、初期変調度が60%、加速試験後変調度が58%であった。

<対再生光安定性>

実施例2 (g1) の媒体に対し、再生光を、パワーを1.2 mWまで上げて照射したが、10分程度では全く劣化しなかった。次にパワーを1.0 mWとして、再生光を100万回まで繰返し照射したが、ジッタの増加は2%未満であった。

(実施例3)

記録層組成を $\text{Ge}_{0.05}\text{Sb}_{0.71}\text{Te}_{0.24}$ とした以外は実施例2と同様の層構成として、媒体を作成した。各層の膜厚及び評価結果をを表-4に示す。測定には、 $\text{NA} = 0.63$ の光学系を使用した。

表-3と同様に、それぞれの層構成で α_1 、 α_c 、 β_{n-1} を最適化し、かつ、 P_w 、 P_e もジッタが最低となるよう設定してジッタを評価した。

実施例3 (a) については実施例2 (a1) と同様、記録線速が1倍速と2倍速では良好な特性が得られたが、 9 m/s では実施例2 (a1) より1~2%ジッタが高めであった。

また、上保護層膜厚が30 nmである実施例3 (a) ~ (f) では、ジッタ10%未満が得られ、100回オーバーライト後も13%未満であった。上保護層

膜厚が40 nmと厚い実施例3 (g) ~ (i) では、ジッタは13%より大きい値しか得られなかった。

(実施例4)

層構成は、下部保護層 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ を膜厚215 nm、記録層 $Ge_{0.05}Sb_{0.69}Te_{0.26}$ を18 nm、上部保護層 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ を18 nm、反射層 $Al_{0.995}Ta_{0.005}$ を200 nmとした。本記録層組成は、線速3~5 m/sでの記録で良好な特性が得られるもので、いわゆる1倍速用である。しかし、過剰Sb量が実施例2、3よりわずかに少ないため、経時安定性に優れており、記録された情報の保存安定性や繰返し再生による劣化、すなわち再生光耐久性を重視するには好ましい。

以下はNA=0.6の光学系で評価した。最適パルス分割方法の決定は以下のように行った。記録線速3.5 m/sにおいて、 $P_w=13$ mW、 $P_e/P_w=0.5$ とし、第10図において $\beta_m=0.5$ で一定として α_i 、 α_c を変化させて最小のジッタが得られるパルス分割方法を選んだ。第19図に、10回オーバーライト後のジッタの α_i 及び α_c 依存性を、ジッターの等高線図として示す。 $\alpha_i=0.4\sim0.8$ 、 $\alpha_c=0.3\sim0.35$ とすることでほぼ最良のジッタが得られたので、それを基本とし、 $\alpha_i=0.6$ 、 $\alpha_c=0.35$ を選択した。このとき、 $\Sigma \alpha_i=0.32n$ ($n=3$)、 $0.33n$ ($n=4$)、 $0.3n$ ($n=5$)、 $0.35n$ 未満 ($n=6\sim14$) であった。

変調度は65%と、再生専用DVDに比べても遜色ない値であった。 R_{top} は23%程度であるが、實際上15%以上であれば、既存の再生専用ドライブでも再生が可能であると考えられる。

そこで、本発明記録媒体に $P_w=12.5$ mW、線速3.5 m/sにて画像データを記録し、市販の再生専用DVDプレーヤーで再生を試みたところ、フォーカサーボ、トラッキングサーボ信号、ジッタは通常の再生専用DVDと同等の特性が得られた。

<繰返しオーバーライト耐久性>

第20図に、 $P_w = 12.5 \text{ mW}$ における、ジッタ、 R_{top} 、変調度の繰返しオーバーライト回数依存性を示した。1000回以上のオーバーライト後も、十分に安定な特性を示している。

<加速試験>

本媒体の一部のトラックに、 $P_w = 13 \text{ mW}$ として、上記最適パルス分割方法を用い、EFMプラス変調されたランダムパターンを記録し、ジッタを測定した。そののち、本媒体を、 $80^\circ\text{C} / 80\% \text{ RH}$ の高温高湿下で加速試験を行った。加速試験500時間後及び1000時間後に、本トラックのジッタを再度測定したところ、1000時間後に0.5%未満悪化したのみであった。また、変調度は初期が65%であり、加速試験後は63%であった。

また、加速試験1000時間後に、他のトラックに、上記と同一条件でランダムパターンを記録しジッタを測定したところ、1%程度の悪化が見られたが、この程度であれば実用上問題はない。

<対再生光安定性>

本媒体に対し、再生光を、パワーを1.3 mWまで上げて照射したが、10分程度では全く劣化しなかった。次にパワーを1.0 mWとして、再生光を100万回まで繰返し照射したが、ジッタの増加は1%未満であった。

(実施例5)

実施例2(a1)の層構成において記録層を $\text{Ge}_{0.05}\text{Sb}_{0.75}\text{Te}_{0.20}$ とした。評価は $\text{NA} = 0.6$ の光学系で行った。

$\alpha_1 = 0.4$ 、 $\alpha_c = 0.3$ 、 $\beta_m = 0.5$ 、 $P_w = 14 \text{ mW}$ 、 $P_e / P_w = 0.5$ において最良のジッタが得られた。10回オーバーライト後のジッタは10%をぎりぎりきり、1000回後も13%未満が維持された。

<加速試験>

本媒体の一部のトラックに、 $P_w = 14 \text{ mW}$ として、上記最適パルス分割方法を用い、EFMプラス変調されたランダムパターンを記録し、ジッタを測定した。そののち、本媒体を、 $80^\circ\text{C} / 80\% \text{ RH}$ の高温高湿下で加速試験を行った。加

速試験 500 時間後に、本トラックのジッタを再度測定したところ、2 % 程度悪化したのみであった。

また、加速試験 500 時間後に、他のトラックに、上記と同一条件でランダムパターンを記録しジッタを測定したところ、3 % 程度の悪化が見られたが、この程度であれば実用上問題はない。

<対再生光安定性>

本媒体に対し、再生光を、パワーを 1.0 mW まで上げて照射したが、10 分程度では全く劣化しなかった。次にパワーを 1.0 mW として、再生光を 100 万回まで繰返し照射したが、ジッタの増加は 3 % 未満であり、13 % 未満が維持された。

(実施例 6)

実施例 4 の層構成において、記録層を $\text{Ag}_{0.05}\text{Ge}_{0.05}\text{Sb}_{0.67}\text{Te}_{0.23}$ とした。NA=0.6 の光学系で評価した。

線速度 3.5 m/s において、ジッタのパルス分割方法依存性 (α_1 及び α_c) を $P_w=13\text{ mW}$ 、 $P_e/P_w=0.5$ 、 $m=n-1$ 、 $\beta_m=0.5$ で測定したところ、第 21 図 (a) に示す等高線図のようになった。 $\alpha_1=0.6$ 、 $\alpha_c=0.35$ がほぼ最適であった。この場合、 $\Sigma \alpha_1=0.32n$ ($n=3$)、 $0.33n$ ($n=4$)、 $0.33n$ ($n=5$)、 $0.35n$ 未満 ($n=6\sim14$) であった。

第 21 図 (b) に、初回、10 回、1000 回オーバーライト後のジッタのパワー依存性を、第 21 図 (c) に、10 回オーバーライト後の R_{top} 及び変調度のパワー依存性を示した。1000 回オーバーライト後まで広い記録パワーの範囲において、良好なジッタが維持され、また、 R_{top} 18 %、変調度 60 % 以上が達成できた。

第 22 図には、 $P_w=13\text{ mW}$ におけるジッタ、 R_{top} 、変調度の 1000 回オーバーライト後の変化まで示した。ジッタが 1 % 程度初期に増加する他は、全く劣化がなかった。

また、実施例 1 と同様の方法で、ジッタの最短マーク長依存性を測定した結果

を第23図に示す。最短マーク長 $0.38\mu\text{m}$ でジッタは10%未満と極めて良好であった。

なお、本媒体に対して、 $m=n-2$ としたパルス分割方法についても評価を行ったところ、 $\alpha_1=1.0$ 、 $\alpha_c=0.5$ 、 $\beta_m=0.5$ において第21図と同様な特性が得られた。 $n=3$ で $\Sigma\alpha_i=0.48n$ 、 $n=4$ で $\Sigma\alpha_i=0.48n$ 、 $n\geq 5$ で $\Sigma\alpha_i=0.46n\sim 0.47n$ であった。

(比較例2)

実施例6の層構成において、記録層を $\text{Ag}_{0.05}\text{In}_{0.05}\text{Sb}_{0.63}\text{Te}_{0.27}$ とした。

線速度 3.5m/s において、 $P_w=13\text{mW}$ 、 $P_e/P_w=0.5$ 、 $\beta_m=0.5$ として、ジッタのパルス分割方法依存性を評価したところ、第24図(a)に示す等高線図が得られた。 $\alpha_1=1.0$ 、 $\alpha_c=0.5$ が最適であり、この場合、 $\Sigma\alpha_i$ は n によらず $0.5n$ で一定であった。

記録パワー依存性及び1000回後までの繰返しオーバーライト特性を第24図(b)，(c)に示した。初回記録のジッタ及びパワーマージンは実施例5より良好であったが、繰返しオーバーライトにより劣化し、1000回後にはむしろ、より悪めのジッタとなった。

さらに再生光パワーを 1mW まであげたところ、5分程度でジッタが悪化し、十数%まで増加した。この差は $0.5\sim 1\text{mW}$ の記録感度差では説明がつかない。再生光劣化の主原因は $50\sim 100^\circ\text{C}$ 程度に温度が上昇するためであり、本発明のGe添加が非晶質マークの熱安定性改善に効果的であることがわかる。

(比較例3)

層構成を、 $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ 下部保護層を膜厚 90nm 、 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ 記録層を 21nm 、 $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ 上部保護層を 23nm 、 $\text{Al}_{0.995}\text{Ta}_{0.005}$ 反射層を 200nm とした。

記録に際しては、第10図(a)に示すパルス分割方法を基本とし、各マーク長、線速において最良のジッタが得られるように微調整を行った。

この媒体に対しては、第25図に示すように、 $\alpha_1 = \alpha_c = \alpha_o = 0.3 \sim 0.4$ で一定で、 $\beta_m = 1.0$ としたストラテジーで概ね最良のジッタが得られた。また、 $P_w = 13 \text{ mW}$ 、 $P_e / P_w = 0.4$ ($P_e = 5 \text{ mW}$)、 $P_b = 2.0 \text{ mW}$ が最適記録パワーであり、 $P_b / P_e = 0.4$ と高めになっているが、これは、本比較例の記録層では第9図におけるTLをある程度高めに維持する必要があるためである。

P_b が1 mW未満でもジッタは悪いが、 P_b が3 mW以上でもやはりジッタは悪化した。

このパルス分割方法をベースとし、さらに、マーク長に応じて α_o に対して0.02程度の精密なパルス幅調整まで行い、実施例2と同様に、マーク長依存性を測定した。結果を第26図(a)に示す。また、オーバーライト時の線速依存性を測定した。結果を第26図(b)に示す。

線速依存性は、線速に応じて基準クロック周期を変更し、最短マーク長が0.4 μm になるようにし、再生は常に3.5 m/sで行った。また、線速依存性については、10回オーバーライト後のジッタと、その後DC消去した後に1回オーバーライト記録を行った場合のジッタとを載せた。

第26図(a)に示すとおり、最短マーク長0.4 μm でジッタ10%であり、より短くなると急激にジッタが悪化した。

また、第26図(b)に示すとおり、記録線速5 m/s以上でジッタが悪化している。しかし、一旦DC消去した後の記録ではジッタが2~3%以上低下している。このことから、いわゆる結晶状態と非晶質状態の吸収率差による温度上昇の不均一により、消去不良もしくは非晶質マークの形状の歪みが生じ、ジッタが悪化していると考えられる。

なお、線速7 m/sでオーバーライト後のジッタは20%以上であったが、DC消去後の記録では15%程度になった。従って、高線速時におけるジッタが高くなるのは、適切なパルス分割方法が選択されていなかったからではないと考えられる。

本記録層は、もともと、粗大グレインがあるためジッタが高いが、それに加えて、線速 5 m/s 以上では、オーバーライト時に以前のマークの消去が不十分になり、DC 消去後記録とのジッタとの差として、その影響が明確に現れる。

なお、前述の実施例 2 (g 1) の媒体に 7 m/s でオーバーライトした場合と、DC 消去後記録した場合の、ジッタの差は 0.5% 未満であった。

$\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ のような $\text{GeTe}-\text{Sb}_2\text{Te}_3$ 擬似二元合金記録層を用いた記録媒体の場合、保護層/記録層/保護層/反射層からなる 4 層構成では、 $5 \sim 6 \text{ m/s}$ 以上の高線速では、上記のように DC 消去後記録は問題ないがオーバーライト時にはジッタが悪化する。このため、ジッタ低減のために、さらに光吸収層などを追加して吸収率補正をするなどの対応が必要である。

(比較例 4)

実施例 2 (g 1) において記録層を $\text{Ge}_{0.15}\text{Sb}_{0.64}\text{Te}_{0.21}$ とした。初期結晶化が非常に困難で、複数回初期化ビームを照射してようやく初期化し、オーバーライトしてジッタを測定したが、パルス分割方法を第 10 図の範囲内でどのように変更しても 13% 以下のジッタは得られなかった。また、繰返しオーバーライトしていくと、10 回から 100 回までの間でジッタが数%増加した。

(比較例 5)

実施例 2 (g 1) の層構成において、記録層を $\text{Ge}_{0.05}\text{Sb}_{0.80}\text{Te}_{0.15}$ とした。 7 m/s において $\alpha_1 = 0.4$ 、 $\alpha_c = 0.3$ 、 $\beta_m = 0.5$ 、 $P_w = 14 \text{ mW}$ 、 $P_e/P_w = 0.5$ でほぼ最良のジッタが得られたが、ジッタは 10 回オーバーライト後で 11% をぎりぎりきる程度であり、1000 回後には 13% 以上となってしまう。

<加速試験>

本媒体の一部のトラックに、 $P_w = 14 \text{ mW}$ として、上記最適パルス分割方法を用い、EFM プラス変調されたランダムパターンを記録し、ジッタを測定した。そののち、本媒体を、 $80^\circ\text{C}/80\% \text{ RH}$ の高温高湿下で加速試験を行った。加速試験 500 時間後に、本トラックのジッタを再度測定したところ、 3% 程度悪

化し、13%以上となった。

また、加速試験500時間後に、他のトラックに、上記と同一条件でランダムパターンを記録しジッタを測定したところ、5%程度の悪化が見られ、劣化が早かった。

＜対再生光安定性＞

本媒体に対し、再生光を、パワーを1.0mWまで上げて照射したところ、10分後にジッタが3%増加し、非常に不安定であった。また、変調度が低下しマークが消える傾向があった。

（実施例7）

実施例2（a1）の媒体に対して、1倍速（線速度3.5m/s、基準クロック周期 $T=38.2\text{ nsec}$ ）から2.25倍速（7.9m/s、 $T=17\text{ nsec}$ ）において、 $\alpha_i T = \tau_i = 19\text{ nsec}$ 、 $\alpha_e T = \tau_e = 11\text{ nsec}$ ですべての線速において一定とし、 T のみを線速に反比例させてEFMプラス信号を記録した。また、 $\alpha_i + \beta_{i-1} = 1.0$ で一定となる β_i を決定した。なお、最終のオフパルス区間 β_m のみを、線速が遅いほど長くなるよう変化させた。

このようなパルス分割方法では、第11図のゲート発生タイミングの説明図において、基準クロック周期 T に同期させて（一定の遅延を付加することはない）、 $\tau_i = 19\text{ nsec}$ の固定長パルス一個（Gate1）と $\tau_e = 11\text{ nsec}$ の固定長パルスを $n-2$ 個（Gate2）発生させれば良く、さらに最終オフパルス長を決めるGate3のみ線速に応じて変化させれば良く、パルス発生回路を簡略化でき好ましい。さらに本実施例においては、記録パワー $P_w = 13.5\text{ mW}$ 、 $P_e = 5\text{ mW}$ 、 $P_b = 0.5\text{ mW}$ で一定としているため、パルス発生回路は極めて簡便化できる。ここで、線速が5m/s以下では、 $\sum \alpha_i < 0.47\text{ n}$ が満足されているため、熱ダメージは十分抑制されている。

表-5に、各線速において β_m を変化させた場合の、ジッタの値をまとめた。表中 v は基準速度3.5m/sを表す。ピックアップの波長は637nm、 $NA = 0.63$ である。ジッタの値自体は実施例2のように、パルス分割方法をより柔

軟に可変とした場合に比べ、若干悪い値となるが、ほぼ10%未満の値が、1倍速から2.25倍速まで得られている。

ここで、2倍速で $\beta^H_m = 0.3$ 、1倍速で $\beta^L_m = 0.6$ （四角で囲まれた点）として、 β_m を線速に反比例させて変化させれば、1倍速から2倍速の各線速で10%未満のジッタが得られることがわかる。さらに、本実施例においては、 β_m のマージンは少ないものの $\beta_m = 0.2$ として一定にしても、1倍速から2.25倍速まで10%未満のジッタが得られる。このようにして、線速によって可変できるパルス発生回路を簡易化できる。

また、あらかじめ記録媒体上に、凹凸ピットもしくは変調された溝蛇行信号により、 P_b 、 P_e/P_w 、 P_w 、 τ_o 、 τ_c 、 (β^L_m, β^H_m) を記載すれば最適な記録条件がオーバーライト時の線速度に応じて自動的に決定できる。

（実施例8）

層構成を、下部保護層 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ を膜厚215nm、記録層 $Ge_{0.05}Sb_{0.69}Te_{0.26}$ を19nm、上部保護層 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ を20nm、反射層 $Al_{0.995}Ta_{0.005}$ を200nmとした。

線速3.5m/sで、パルス分割方法を $\alpha_1 = 0.5$ 、 $\alpha_c = 0.35$ 、 $\beta_m = 0.5$ 、 $P_w = 11mW$ 、 $P_e = 6.0mW$ 、 $P_b = 0.5mW$ とし、基準クロック周期Tを変化させて最短マーク長（3Tマーク長）を0.4 μm から0.25 μm まで変化させて記録を行った。3Tマークのマーク長が0.4 μm のときの $T = 38.2nsec$ 、0.2 μm のときの $T = 19.1nsec$ である。記録レーザー波長は637nm、 $NA = 0.63$ である。

この集束レーザー光はガウシアン分布を有しているために、中心部の高温部分だけを利用して、光学的分解能以上に高密度に記録することが可能である。

記録部分を波長432nm、 $NA = 0.6$ 、パワー0.5mWである青色レーザー光で再生した。このレーザー光は波長約860nmのレーザー光から非線形光学効果により発生されたものである。この層構成では、432nmにおいても変調度50%以上という大きな変調度が得られた。

さらに、第28図に、記録に用いた637nm、NA=0.63の光学系で再生した場合と、432nm、NA=0.6の光学系で再生した場合のジッタを、最短マーク長依存性として示した。測定においてはイコライザーの設定値を各測定点において可能な限り最適化している。この記録媒体では、青色レーザー光再生では、最短マーク長0.3μmでも13%未満の良好なジッタが得られていることがわかる。

(比較例6)

実施例2(a1)の層構成において、記録層を $\text{Ge}_{0.05}\text{Sb}_{0.64}\text{Te}_{0.31}$ とした。

波長637nm、NA=0.63の光学系で記録評価を行った。線速3.5m/sにおいて、 $m=n-1$ 、 $\alpha_1=0.4$ 、 $\alpha_c=0.4$ 、 $\beta_m=0.4$ 、 $P_b=0.5\text{mW}$ 、 $P_e=4.5\text{mW}$ で一定として、 P_w のみを変化させて10回目までオーバーライト記録を行った。このときのジッタの記録パワー依存性を第27図(a)に示す。図中、1writeとは未記録ディスクの初回記録を、1DOWとは1回目のオーバーライトを、10DOWとは10回目のオーバーライトを指す。

次に、 $P_w=8.5\text{mW}$ で一定として、 P_e のみを変化させて10回めまでオーバーライト記録を行った。このときのジッタの消去パワー依存性を第27図(b)に示す。

いずれの場合も、初回記録(1write)では良好なジッタ得られるが1回でもオーバーライトするとジッタは急激に悪化した。本比較例における記録層組成は、第3図において直線AよりTeリッチな組成であり、結晶化速度が遅いため十分な消去比が得られず、よって十分なオーバーライト特性が得られなかったと考えられる。

(実施例9及び比較例7)

実施例2(a1)の層構成において、表-6に示すように記録層組成を変化させた。 $\text{Ge}_{0.05}\text{Sb}_{0.73}\text{Te}_{0.22}$ ターゲットとGeとをコスバクタすることによ

りGe量を変化させたものである。

波長637nm、NA=0.63の光学系を用い、 $m=n-1$ 、 $P_b=0.5$ mW、 $\beta_m=0.5$ として、 α_i 、 α_c 、 P_w 、 P_e を変化させて10回オーバーライト後のジッタが最小となる条件を探した。

各記録層組成で得られた最小ジッタは表-6のようであった。Ge添加量が増えるにつれジッタが増加し、Geが10原子%以上だと、2倍速でのジッタが14%と非常に高くなってしまった。

なお、本媒体を80℃80%RHの条件下、加速試験を行ったところ、実施例9(a)に比べて実施例9(b)、(c)が若干、良好であった。すなわち、加速試験2000時間後に、加速試験前に記録した信号を読み出したところ、実施例9(a)～(c)のいずれの場合においても、ジッタは1%程度悪化しているのみであった。

また、実施例9(a)～(c)の初期変調度は61～63%であり、2000時間の加速試験後も58～59%の変調度が得られた。反射率もほとんど全く変化していなかった。特に、実施例9(b)、(c)では0.5%以内の増加であった。

次に、 $Ge_{0.05}Sb_{0.73}Te_{0.22}$ ターゲットとTaとをコスパッタすることにより、Taを添加した。その結果、 $GeSbTe$ に対してTaを1～2原子%添加したときに、最良のジッタが得られた。

(実施例10及び比較例8)

実施例2(g1)の層構成において、記録層をInを添加した $GeSbTe$ とした。Inは $GeSbTe$ ターゲットに $InSbTe$ をコスパッタして添加したものである。各記録層組成は、実施例10(a)が $Ge_{0.05}Sb_{0.74}Te_{0.21}$ 、実施例10(b)が $In_{0.023}Ge_{0.048}Sb_{0.719}Te_{0.21}$ 、実施例10(c)が $In_{0.053}Ge_{0.044}Sb_{0.688}Te_{0.215}$ 、比較例8が $In_{0.118}Ge_{0.041}Sb_{0.617}Te_{0.224}$ である。

それぞれの媒体のジッタのパワー依存性を評価した結果を第29図(a)(b)

(c) (d) に示した。上段は記録線速 3.5 m/s の場合、下段は同 7.0 m/s の場合である。

用いた光学系はいずれも 637 nm、NA = 0.63 である。線速 3.5 m/s の場合は $\alpha_1 = 0.6$ 、 $\alpha_c = 0.35$ 、 $\beta_m = 0.5$ とし、7.0 m/s の場合は $\alpha_1 = 0.4$ 、 $\alpha_c = 0.4$ 、 $\beta_m = 0.5$ とした。Pb = 0.5 mW で一定とした。Pe は 2 通りの値で一定とし、Pw のみ変化させてジッタの Pw 依存性を測定した。In 量が 2 ~ 5 原子% 程度の添加で Pw マージンが大幅に改善された。しかし、10 原子% を越すと、添加しない場合よりかえってジッタが悪化した。

また、オーバーライト 1000 回後のジッタは、実施例 10 (a) ~ (c) では、両線速ともに 10 原子% 未満であったが、比較例 8 では両線速ともに 13 % より高くなった。

<加速試験>

実施例 10 (b) の媒体について、80 °C / 80 % RH の環境下で加速試験を行った。2000 時間まで加速試験を実施した。加速試験前に記録した信号のジッタの悪化は 1 % 程度に過ぎなかった。

また、初期変調度は 61 % であり、2000 時間の加速試験後も 57 % の変調度が得られた。反射率もほとんど全く変化していなかった。

2000 時間後に未記録部に新たに記録を行った場合のジッタの悪化は 3 % 程度であったが、実用上全く支障の無いレベルである。

(実施例 11)

実施例 2 (g1) の層構成において、記録層を $\text{In}_{0.03}\text{Ge}_{0.05}\text{Sb}_{0.71}\text{Te}_{0.21}$ としたディスクを、表 7 の溝形状を有するポリカーボネート樹脂基板上に成膜した。いずれも溝ピッチは 0.74 μm である。

ウォブルの変調方式としては、搬送波の周期 T_w が基準データクロック周期 $T = 38.2$ ナノ秒の 32 倍である、2 値位相変調とした。ここで位相変調ウォブルとは、第 30 図に示すように、デジタルデータ信号の 0 又は 1 に対応して、ウォブル波の位相を π だけ、ずらすものである。

すなわち、周波数 $f_c = 1/T_w = 1/(3/2 T)$ の無変調搬送波（余弦波もしくは正弦波）が、アドレス用のデジタルデータの0から1、あるいは1から0の切り替えで、ちょうど位相 π だけずれる。デジタルデータ0、1の切り替え周期 T_d は T_w より低周波で、 T_d は T_w の整数分の1になっているので、位相が π シフトしても、ウォブル波形は連続的に変化している。

本変調方法の好ましい点は、A T I P (Absolute Time in Pregroove) に用いられる周波数 (FM) 変調と異なり、蛇行周波数が一定であり、かつ周期が $3/2 T$ という高周波で変調しているために、ウォブルのクロックを参照してディスクの回転同期を確立するとともに、ウォブルのクロックに同期して直接データクロックを生成できることである。

このようにデジタルデータの変調で位相を変化させるには、例えば第31図にあるような、リング変調器を用いる。デジタルデータは、0、1に対応して正負の電圧 $\pm V$ を印可する。スタンパ原盤作成時に、フォトレジスト露光用のレーザー光を、 $\pm V_w$ の電圧間で2値位相変調されたウォブル波形に従って半径方向に蛇行させつつ露光する。このとき、リング変調機出力波をEO変調器に印可することで、露光用ビームを蛇行させることができる。

以下、少し詳細に説明する。図の、無変調搬送波入力端子に周期 $\cos(2\pi f_c t)$ なる信号 $V_w \cdot \cos(2\pi f_c t)$ が入力されると、入力トランスの出力には $V_w \cdot \cos(2\pi f_c t)$ と $-V_w \cdot \cos(2\pi f_c t)$ の二つの搬送波信号が現れる。デジタルデータ入力が正 ($+V$) であれば、 D_1 、 D_1' が導通し、搬送波 $V_w \cdot \cos(2\pi f_c t)$ はそのまま D_1 を通過し変調は出力端子に現れる。 $-V_w \cdot \cos(2\pi f_c t)$ の搬送波は D_1' を経た後、出力側のトランスにより反転されて $V_w \cdot \cos(2\pi f_c t)$ となり、 D_1 通過の出力と加え合わされて $V_w \cdot \cos(2\pi f_c t)$ の出力を得る。

もし、デジタルデータ入力が負 ($-V$)、すなわち D_2 、 D_2' が導通になると、 $V_w \cdot \cos(2\pi f_c t)$ の信号はダイオード D_2 を介して出力側トランスの下側に導かれるので、変調は出力端子では、これが反転して $-V_w \cdot \cos(2\pi f_c t)$ の出力を得る。

t) となる。

一方、入力側トランスの出力で $-V_w \cdot \cos(2\pi f_c t)$ であった搬送波はダイオード D_2' を介して出力側トランスの同相入力に加わるため、そのままの極性で $(-V_w \cdot \cos(2\pi f_c t))$ のまま変調波出力端子に現れる。従って、ダイオード D_2 並びに D_2' の経路を通った搬送波は $-V_w \cdot \cos(2\pi f_c t)$ となって合成され、変調は出力端子に現れる。

リング変調器の場合には、デジタルデータ入力が正か負かによって出力端子に $V_w \cdot \cos(2\pi f_c t)$ か $-V_w \cdot \cos(2\pi f_c t)$ を出力することになる。

このようにして変調されたウォブル波形が、EO変調器に入力され、露光用ビームを蛇行させることができる。

本実施例ではウォブル振幅はすべて 60 nm (peak-to-peak 値) とした。

溝内にのみ記録を行う媒体の場合、記録再生光波長 $\lambda = 637 \text{ nm}$ 、基板の屈折率 $n = 1.56$ に対して、溝深さの好ましい範囲は、下限が $\lambda / (20n) = 20.5 \text{ nm}$ 、上限は $\lambda / (10n) = 40.8 \text{ nm}$ である。

本媒体の評価には、波長 637 nm 、 $NA = 0.63$ の光学系を用いた。

実施例 2 と同じく、 $m = n - 1$ 、 $\alpha_i + \beta_{i-1} = 1.0$ ($2 \leq i \leq m$)、 $\alpha_i = \alpha_c = \text{一定}$ ($2 \leq i \leq m$) とした記録パルス分割方法で、線速 3.5 m/s においては、 $\alpha_i = 0.5$ 、 $\alpha_c = 0.3$ 、 $\beta_m = 0.5$ 、 $P_w = 13 \text{ mW}$ 、 $P_e = 6 \text{ mW}$ とし、線速 7 m/s においては、 $\alpha_i = 0.4$ 、 $\alpha_c = 0.35$ 、 $\beta_m = 0.5$ 、 $P_w = 14 \text{ mW}$ 、 $P_e = 7 \text{ mW}$ とした。

まず、溝内に線速 3.5 m/s において記録を行い、 R_{top} 及び変調度を測定した。また、 3.5 m/s 及び 7 m/s で記録信号のジッタを測定した。結果を表 8 に示す。

まず、実施例 11 (k) は、深さ 18 nm と非常に浅い溝を有するが、プッシュプル信号がほとんど検出できず、トラッキングサーボをかけることができなかった。また、このような浅い溝を均一に形成することは、スタンプ作成上も非常

に難しく、實際上、トラッキングサーボ信号に非常に大きなむらが観測された。

第32図(a)(b)に変調度とR t o pの溝形状依存性を示した。実施例11(h)~(j)は、深さ42nmの溝を有するが、深さ27nmの場合に比べて反射率が大幅に低下し、5%以上低くなって好ましくない。変調度は、特に溝が細い場合に低下し、幅0.23μmでは、深さ35nmでも、変調度低下が著しかった。

なお、本実施例は層構成は同じとしたが、もし、深さ42nmの場合に、反射率低下を補うために、反射率の高い層構成にすると、変調度低下は一層顕著になる。すなわち、深さ42nmの溝は、溝内用記録には適さない。

溝深さ40nm以上では、溝幅が0.3μm未満のときに、ウォブル信号が記録データ信号へ著しく漏れ込む。溝幅が0.3μm以上のときに比べ、線速3.5m/sではジッタが1~2%以上悪化し、線速7m/sでは2~3%も悪化する。

(実施例12)

層構成を、下部保護層(ZnS)₈₀(SiO₂)₂₀を膜厚65nm、記録層Ge_{0.05}Sb_{0.73}Te_{0.22}を16nm、上部保護層(ZnS)₈₀(SiO₂)₂₀を20nm、第1反射層Al_{0.995}Ta_{0.005}を膜厚40nm、第2反射層Agを膜厚70nmとした。

下部保護層から第1反射層までは真空を解除することなくスパッタ法で作成し、第1反射層を成膜後大気解放し数分放置後、再び真空にてスパッタ法により第2反射層を成膜した。

第2反射層成膜後、スピンコート法により紫外線硬化樹脂を、オーバーコート層として4μm積層した。出来たディスクは2枚をオーバーコート層が向かい合うように貼り合わせた。

第1反射層の成膜は到達真空度 4×10^{-4} Pa以下、Ar圧0.55Paで行った。体積抵抗率は55nΩ・mであった。酸素、窒素等の不純物はX線励起光電子分光での検出感度以下で、全部併せてもほぼ1原子%未満であると見なせた。

第2反射層の成膜は到達真空度 4×10^{-4} Pa 以下、Ar 圧 0.35 Pa で行った。体積抵抗率は $32 \text{ n}\Omega \cdot \text{m}$ であった。酸素、窒素等の不純物はX線励起光電子分光での検出感度以下で、全部併せてもほぼ1原子%未満であると見なせた。

波長 637 nm、NA 0.60 の光学系を使用して、線速 3.5 m/s 、 $\alpha_i = 0.4$ 、 $\alpha_e = 0.35$ 、 $\beta_m = 0.5$ なるパルス分割方法を用いて10回オーバーライト後のジッタを測定したところ、 $P_w = 11 \text{ mW}$ 、 $P_e = 6.0 \text{ mW}$ 、 $P_b = 0.5 \text{ mW}$ で最小ジッタ 6.5% を得た。

この媒体を、80℃、80%RHの高温高湿下に500時間放置した後、同様に記録を行ったところ全く劣化がみられなかった。

(実施例 13)

溝ピッチ $0.74 \mu\text{m}$ 、溝幅 $0.3 \mu\text{m}$ 、溝深さ 40 nm の、ウォブルを有する螺旋状の溝を形成したスタンプを作成し、これをもとに、直径 120 mm 、厚さ 0.6 mm のポリカーボネート樹脂基板を射出成形によって形成した。

表-9に示すように、半径 22.5 mm から 58.5 mm までの 36 mm を記録領域とし、記録領域を255バンド(ゾーン)に分割した。各バンドには191トラックが含まれる。

各バンドの終端がちょうど191トラック目になるようにバンド幅を設定しているため、各バンド幅は正確に $36/255$ とはなっていない。このため、記録領域の最外終端は 58.54 mm である。

チャンネルビット長は $0.133 \mu\text{m}$ とし、線速 3.49 m/s において基準クロック 26.16 MHz ($T = 38.23 \text{ nsec}$) が得られる。ウォブルの周期は各バンドの中心半径においてチャンネルビット長の9倍となるように設定した。その物理的な周期は $1.2 \mu\text{m}$ である。

各バンドの中心半径におけるチャンネルビット長総数、及びウォブルの総数をまず計算し、同一バンド内では1周あたりに含まれるチャンネルビット数、あるいはウォブルの数が一定となるようにする。

表-9に示すように、バンド始終端で、 $\pm 1\%$ の精度で、チャンネルビット数あ

るいはウォブルの数が一定である。すなわち、Z C A V方式でC L V方式と変わらない線密度一定の記録ができ、再生専用D V Dの規格を十分満足する。

以上の前提から、各バンド中心半径において3.49 m/sの線速度が得られるようにディスクを回転させたときに、ウォブル周期は、ちょうどD V Dデータの基準クロック周期 $T = 38.23 \text{ nsec}$ の9倍となる。

この媒体を、表-9の最内周バンドのバンド中心半径において線速度が3.49 m/sになるように回転させ、Z C A V方式の媒体として使用する。C A V回転中の各バンドのウォブルから再生される搬送波の周期を1/9倍して、各バンドにおけるデータ基準クロック T_0 を生成させ、該クロックに基づいてE F Mプラス変調されたデータの記録を行う。

再生するときには、以下のように、記録されたデータから生成されるデータ基準クロック周波数が26.16 MHzとなるように回転同期を達成すれば、各ゾーンでのチャンネルビット長のばらつきは±1%未満となり、実質的にC L Vモードでの再生を支障なく行うことができる。

すなわち、上記基準クロック26.16 MHz ($T = 38.23 \text{ nsec}$)を水晶発振器により発生させ、この位相と、記録されたデータから生成されるデータ基準クロックと位相とを比較し、両者が同期するよう、通常のP L L (Phase Locked Loop) 制御方式により回転速度を微調整する。

このようなP L L制御による回転制御は、現在D V D-R O Mの再生で行われており、その方式をそのまま適用できる点で有用である。

(実施例14)

実施例2(a1)の層構成において、反射層を $\text{Al}_{0.975}\text{Ta}_{0.025}$ とした。体積抵抗率は $220 \text{ n}\Omega \cdot \text{m}$ であった。膜厚200 nmから400 nmまで変えて複数のサンプルを作成し、表-3の測定と同様に、それぞれに第10図(a)の中で最適なパルス分割方法を用いて、ジッタ測定を行った。膜厚300 nm前後で12%という最良のジッタを得た。それより反射層を厚くしても、薄くしてもさらに悪いジッタしか得られなかった。

(実施例 15)

実施例 11 (a) の層構成において、上部保護層の膜厚を 23 nm とした。

本媒体に、溝内記録を行った。波長 405 nm、NA=0.65 の光学系を用い、ほぼ円形でスポット径が約 0.5 μ m (ガウシアンビームの $1/e^2$ 強度における径) のビームを生成し、0.6 mm 厚の基板を介して記録再生を行った。

線速度 4.86 m/s で、最短マーク (3 T マーク) の長さを 0.25 μ m とした EFM プラス変調信号を記録した。

実施例 2 と同様の記録パルス分割方法で、 $m=n-1$ 、 $\alpha_1=0.5$ 、 $\alpha_c=0.38$ 、 $\beta_m=0.67$ とし、 $P_w=9.5$ mW、 $P_b=0.5$ mW、 $P_e=4.0$ mW にて 10 回オーバーライトを行ったところ、ジッタは 10% であった。

青色レーザーでの記録再生では、実施例 7 の場合に比べても、より高品質の記録が可能であることがわかった。また、現行の赤色レーザーに合わせて設計された媒体でも、そのまま青色レーザーで記録再生して高密度化を図ることができる。

(実施例 16)

実施例 2 (a1) の層構成において、記録層を $Ga_{0.05}Ge_{0.05}Sb_{0.68}Te_{0.22}$ とした媒体を用意した。初期化も実施例 2 (a1) と同様に行った。測定には、波長 637 nm、NA=0.63 の光学系を用いた。

最短マーク 3 T の長さを 0.4 μ m とした EFM プラス変調信号を、線速度 3.5 m/s で行った。実施例 2 と同様の記録パルス戦略で $m=n-1$ 、 $\alpha_i + \beta_{i-1} = 1.0$ ($2 \leq i \leq m$)、 $\alpha_i = \alpha_c = \text{一定}$ ($2 \leq i \leq m$) とし、 $\alpha_1=0.5$ 、 $\alpha_c=0.3$ 、 $\beta_m=0.5$ とし、 $P_w=13.5$ mW、 $P_e=6.0$ mW、 $P_b=0.5$ mW とし、オーバーライト特性を評価した。初回記録 (非オーバーライト)、10 回オーバーライト、100 回オーバーライト、1000 回オーバーライトで、それぞれジッタは 6.9%、6.7%、7.0%、7.3% と良好であった。

さらに、線速度 7.0 m/s で同様に、 $\alpha_1=0.4$ 、 $\alpha_c=0.35$ 、 $\beta_m=0.5$ とし、 $P_w=14.0$ mW、 $P_e=7.0$ mW、 $P_b=0.5$ mW とし、オー

バーライト特性を評価した。初回記録（非オーバーライト）、10回オーバーライト、100回オーバーライト、1000回オーバーライトで、それぞれジッタは7.4%、7.7%、8.0%、8.5%と良好であった。

変調度はいずれも55～60%の値が得られた。

本媒体を80℃/80%RHの加速試験環境下に1000時間放置したところ、試験前に記録を行った。加速試験前に記録した信号のジッタの悪化は1%未満であった。また、変調度は、52～57%の値が得られた。

（実施例17）

実施例2と同様に、0.6mm厚さのポリカーボネート樹脂基板にピッチ0.74μmのウォブル溝を形成し、第5図（b）のごとく、反射層、第2保護層、記録層、第1保護層の順に形成した。

反射層 $\text{Al}_{0.995}\text{Ta}_{0.005}$ は膜厚165nm、第2保護層 $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ は膜厚20nm、記録層 $\text{In}_{0.03}\text{Ge}_{0.05}\text{Sb}_{0.70}\text{Te}_{0.22}$ を膜厚16nm、第1保護層 $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ を膜厚68nm、それぞれスパッタリング法により成膜した。

そののち、第1保護層に対向して、0.6mm厚さのガラス板を密着させた。初期化は、ガラス基板を介して、500mW程度のレーザー光を線速5m/sで照射し、行った。

このガラス基板を介して、波長637nm、 $\text{NA}=0.6$ の光学系を用いてレーザー光を記録層に照射し記録再生を行った。記録は、レーザー入射側から見て凹凸の遠い側に行った。実施例2における溝内に相当する。

最短マーク3Tの長さを0.4μmとしたEFMプラス変調信号を、線速度3.5m/sで行った。実施例2と同様の記録パルスストラテジーで $m=n-1$ 、 $\alpha_i + \beta_{i-1} = 1.0$ ($2 \leq i \leq m$)、 $\alpha_i = \alpha_c = \text{一定}$ ($2 \leq i \leq m$) とし、 $\alpha_1 = 0.9$ 、 $\alpha_c = 0.35$ 、 $\beta_m = 0.5$ とし、 $P_w = 12.0\text{mW}$ 、 $P_e = 6.0\text{mW}$ 、 $P_b = 0.5\text{mW}$ とし、オーバーライト特性を評価した。10回オーバーライト後で、ジッタは10.5%、変調度は61%であった。

さらに、線速度 7.0 m/s で同様に、 $\alpha_i = 0.55$ 、 $\alpha_c = 0.40$ 、 $\beta_m = 0.5$ とし、 $P_w = 13.0 \text{ mW}$ 、 $P_e = 5.5 \text{ mW}$ 、 $P_b = 0.5 \text{ mW}$ とし、オーバーライト特性を評価した。10回オーバーライト後で、ジッタは11.2%、変調度は61%であった。

産業上の利用可能性

本発明によれば、高速でオーバーライトすることができ、マークエッジのジッタが小さい、高密度のマーク長変調記録を行うことができ、形成されたマークの経時安定性が非常に良好な光学的情報記録用媒体が得られる。

また、適切な記録層組成と層構成を選ぶことで、再生専用媒体との再生互換性に優れ、且つ、繰返しオーバーライト耐久性の高い相変化型光記録媒体が得られる。

より具体的には、いわゆるDVDディスクと再生互換を有し、その標準再生速度 3.5 m/s から倍速である 7 m/s を含む広い線速範囲で、1ビームオーバーライト可能であり、かつ1万回以上オーバーライトしても劣化を示さない、書き換え型DVDディスクに使用可能な光学的情報記録用媒体及び光記録方法が提供できる。

また、本発明の媒体は線速マージンが広いため、CAV方式やZCAV方式など、角速度一定で媒体を回転させ記録を行う場合にも、媒体の内外周の線速差による記録特性差の問題を克服できる。CAV方式を採用すれば、半径位置ごとにディスク回転速度を変更する必要がなく、アクセス時間の短縮がはかれる。

表-1

	実施例 1	比較例 1
記録層材料	In _{0.035} Ge _{0.055} Sb _{0.70} Te _{0.21}	In _{0.04} Ag _{0.05} Sb _{0.69} Te _{0.22}
Sb/Te	3. 3	3. 1
膜厚 (nm)	下保護層	7 4
	記録層	1 6
	上保護層	2 0
	反射層	2 5 0
記録光学系	6 3 7 nm、NA=0. 6 3	
記録パワー等	P _w =13.5mW、P _e =6.5 mW、P _b =0.8 mW	
記録ハイストレンジ	$\alpha_1=0.5$ 、 $\alpha_c=0.3$ 、 $\beta_m=0.5$	
R _{top} (%)	1 8. 8	1 8. 3
変調度 (%)	6 4. 6	6 5. 4
ジッタ (%)	6. 7 ~ 7. 0 %	6. 9 ~ 7. 2 %

表 - 2

線速度	$\alpha_i / \alpha_c / \beta_m$	Pw/P e (mW)	ジッタ (%)
1.0 × (3.5m/s)	0.6T/0.35T/0.5T	13.5mW/7.0mW	5.95
1.5 × (5.2m/s)	0.4T/0.35T/0.5T	13.5mW/7.0mW	6.31
2.0 × (7.0m/s)	0.4T/0.4T/0.5T	13.5mW/7.0mW	7.57
2.4 × (8.4m/s)	0.5T/0.4T/0.5T	13.0mW/7.0mW	8.81

表-3

実施例2	下部 記録層 (nm)		上部 記録層 (nm)	反射層 (nm)	記録パルス			Pw (mW)	Pe (mW)	Rtop (%)	変調度 (%)	初回記録 ジッタ (%)	10回 DOW後 ジッタ (%)	100回 DOW 後ジッタ (%)
	保護層 (nm)	α1			αc	トラベージ βn-i								
(a1)	64	18	20	200	0.5	0.4	0.5	14	7	17	61	6.9	7.9	8.7
(b1)	64	18	20	200	0.5	0.4	0.5	14	7	18	60	7.1	8.3	8.9
(c1)	64	20	20	200	0.5	0.4	0.5	14	7	16	57	7.6	9.8	9.8
(d1)	64	16	30	200	0.3	0.3	0.6	13.5	6.7	15	65	8.2	9.3	10.2
(e1)	64	18	30	200	0.3	0.3	0.6	13.5	6.7	16	62	8.2	9.9	10.5
(f1)	64	20	30	200	0.3	0.3	0.6	13.5	6.7	17	60	8.2	11.1	11.6
(a2)	64	16	40	200	0.3	0.25	0.9	12	6	12	54	>13	>13	>13
(b2)	64	18	40	200	0.3	0.25	1.3	12.5	6.2	14	51	>13	>13	>13
(c2)	64	20	40	200	0.3	0.25	1.3	13.5	6.7	15	50	>13	>13	>13
(g1)	64	16	20	250	0.5	0.4	0.5	14	7	17	61	6.9	7.5	7.4
(h1)	64	18	20	250	0.5	0.4	0.6	14	7	18	61	6.9	7.8	7.9
(i1)	64	20	20	250	0.5	0.4	0.6	14	7	19	59	6.8	8.7	8.8
(j1)	64	16	30	250	0.3	0.3	0.6	13.5	6.7	14	66	7.5	8.9	9.8
(k1)	64	18	30	250	0.3	0.3	0.6	13.5	6.7	15	65	7.1	9	9.6
(l1)	64	20	30	250	0.3	0.3	0.6	13.5	6.7	16	59	7.3	10.6	11.6
(d2)	64	16	40	250	0.3	0.25	0.8	12.5	6.2	12	61	>13	>13	>13
(e2)	64	18	40	250	0.3	0.25	0.6	13.5	6.7	14	61	10.9	>13	>13
(f2)	64	20	40	250	0.3	0.25	1.3	13	6.5	15	54	>13	>13	>13
(m1)	58	18	20	200	0.5	0.4	0.5	14	7	18	61	6.6	8.2	9.1
(n1)	58	20	20	200	0.6	0.4	0.5	14	7	19	59	8.2	10.1	10.6
(o1)	58	18	20	200	0.3	0.3	0.8	12	6	16	58	8.9	11.7	13
(g2)	58	18	40	200	0.3	0.25	1.3	12.5	6.2	14	53	>13	>13	>13
(p1)	70	16	20	200	0.5	0.4	0.5	14	7	17	58	7.2	7.9	8.3
(q1)	70	18	30	200	0.5	0.4	0.5	14	7	18	60	6.7	7.8	8.3
(r1)	70	20	40	200	0.5	0.4	0.5	14	7	19	57	6.9	8.5	9
(s1)	70	23	20	200	0.5	0.35	0.5	14	7	24	59	9	9.7	10.5
(h2)	70	30	20	200	0.5	0.35	0.7	(14)	(7)	27	50	>13	>13	>13
(i2)	45	18	20	200	0.5	0.4	0.5	14	7	19	60	7.2	10.5	>13

表-4

実施例	下部 保護層 (nm)	記録層 (nm)	上部 保護層 (nm)	反射層 (nm)	記録パルス			Pw (mW)	Pe (mW)	Rtop (%)	変調度 (%)	初回記録 ジッタ (%)	10回 DOW後 ジッタ (%)	100回 DOW 後ジッタ (%)
					$\alpha 1$	αc	$\beta n-1$							
(a)	64	18	20	200	0.4	0.4	0.4	14	7	17	61	8.7	9.3	9.2
(b)	64	18	20	200	0.4	0.4	0.4	14	7	18	60	8.9	9	9
(c)	64	20	20	200	0.5	0.4	0.4	14	7	18	62	7.9	8.8	9.1
(d)	64	16	30	200	0.3	0.35	0.5	11.5	5.7	15	62	8	9.3	9.7
(e)	64	18	30	200	0.3	0.35	0.6	12	6	16	62	8.4	9.6	10.6
(f)	64	20	30	200	0.3	0.35	0.6	12.5	6.2	16	59	8.1	10.4	11.1
(g)	64	18	40	200	0.3	0.25	0.9	11	5.5	12	55	>13	>13	>13
(h)	64	18	40	200	0.3	0.25	1.3	12	6	14	52	>13	>13	>13
(i)	64	20	40	200	0.3	0.25	1.3	12	6	14.5	51	>13	>13	>13

表-5

β_m	ジッタ (%)			
	2. 25 倍速	2. 0 倍速	1. 5 倍速	1 倍速
0	10. 2	11. 9	14. 8	18. 4
0. 1	9. 7	10. 6	11. 4	12. 5
0. 2	9. 8	8. 9	9. 0	10. 0
0. 3	11. 2	9. 5	8. 4	8. 9
0. 4	12. 5	10. 3	8. 2	8. 7
0. 5	13. 7	11. 1	8. 3	8. 7
0. 6	> 13	> 13	8. 7	8. 7
0. 7	> 13	> 13	> 13	9. 5

表-6

	記録線速 (m/s)	$\alpha 1$	αc	Pw	Pe	最小 ジッタ (%)
実施例 9 (a)	3.5	0.7	0.35	13.5	6.0	6.0
Ge _{0.05} Sb _{0.73} Te _{0.22}	7.0	0.5	0.4	13.5	7.0	8.1
実施例 9 (b)	3.5	0.6	0.35	13.5	6.5	6.2
Ge _{0.067} Sb _{0.717} Te _{0.216}	7.0	0.4	0.4	13.0	6.5	8.2
実施例 9 (c)	3.5	0.4	0.3	13.5	6.5	6.6
Ge _{0.098} Sb _{0.693} Te _{0.209}	7.0	0.3	0.3	14.0	6.5	9.9
比較例 7	3.5	0.4	0.3	13.0	6.5	8.1
Ge _{0.115} Sb _{0.68} Te _{0.205}	7.0	0.3	0.3	14.0	8.5	14.1

表 - 7

	グループ深さ (nm)	グループ幅 (μ m)
実施例 11 (a)	27	0.27
(b)	27	0.33
(c)	27	0.42
(d)	35	0.27
(e)	35	0.33
(f)	35	0.42
(g)	35	0.23
(h)	42	0.27
(i)	42	0.33
(j)	42	0.42
(k)	18	0.27

表 - 8

	ジッタ (%) 3.5 m/s	ジッタ (%) 7 m/s
実施例 11 (a)	6.49	7.80
(b)	5.97	7.62
(c)	5.52	7.35
(d)	7.26	8.42
(e)	6.85	8.39
(f)	6.05	7.84
(g)	7.70	8.90
(h)	9.14	10.49
(i)	7.66	10.01
(j)	6.59	9.01
(k)	測定不可	

9-表

[illegible]

表-9 (つづき)

200	50.7680	50.9093	50.83867	319.42878	2395980	133.1333	-0.2000	-0.150%	133.504	0.1707	0.128%	38390	6.547
201	50.9093	51.0507	50.98001	320.31685	2402460	133.1439	-0.1894	-0.142%	133.5135	0.1802	0.135%	38581	6.5652
202	51.0507	51.1920	51.12135	321.20492	2408940	133.1544	-0.1789	-0.134%	133.523	0.1897	0.142%	38772	6.5834
203	51.1920	51.3334	51.28269	322.09298	2415420	133.1648	-0.1685	-0.126%	133.5325	0.1992	0.149%	38963	6.6016
204	51.3334	51.4747	51.40403	322.98105	2422710	133.1307	-0.2026	-0.152%	133.4972	0.1639	0.123%	39154	6.6198
205	51.4747	51.6160	51.54537	323.86911	2429190	133.1411	-0.1922	-0.144%	133.5067	0.1734	0.130%	39345	6.636
206	51.6160	51.7574	51.68671	324.75718	2435670	133.1515	-0.1818	-0.136%	133.5161	0.1828	0.137%	39536	6.6563
207	51.7574	51.8987	51.82805	325.64524	2442150	133.1618	-0.1715	-0.129%	133.5255	0.1922	0.144%	39727	6.6745
208	51.8987	52.0401	51.96939	326.53331	2448630	133.1721	-0.1612	-0.121%	133.5348	0.2015	0.151%	39918	6.6927
209	52.0401	52.1814	52.11073	327.42137	2455920	133.1384	-0.1949	-0.146%	133.5	0.1667	0.125%	40109	6.7108
210	52.1814	52.3227	52.25207	328.30944	2462400	133.1487	-0.1846	-0.138%	133.5094	0.1761	0.132%	40300	6.7291
↓													
245	57.1283	57.2696	57.19897	359.39173	2695680	133.1566	-0.1767	-0.132%	133.4861	0.1528	0.115%	46985	7.3661
246	57.2696	57.4110	57.34031	360.27979	2702160	133.166	-0.1673	-0.125%	133.4946	0.1613	0.121%	47176	7.3843
247	57.4110	57.5523	57.48165	361.6786	2706640	133.1753	-0.1580	-0.119%	133.5031	0.1695	0.127%	47367	7.4026
248	57.5523	57.6937	57.62299	362.05592	2715120	133.1845	-0.1488	-0.112%	133.5116	0.1783	0.134%	47553	7.4207
249	57.6937	57.8350	57.76433	362.94399	2722410	133.1541	-0.1792	-0.134%	133.4803	0.1470	0.110%	47749	7.4389
250	57.8350	57.9763	57.90567	363.83205	2728890	133.1633	-0.1700	-0.127%	133.4887	0.1554	0.117%	47940	7.4571
251	57.9763	58.1177	58.04701	364.72012	2735370	133.1725	-0.1608	-0.121%	133.4972	0.1639	0.123%	48131	7.4753
252	58.1177	58.2590	58.16835	365.60819	2741850	133.1817	-0.1516	-0.114%	133.5056	0.1723	0.129%	48322	7.4935
253	58.2590	58.4004	58.32969	366.49625	2748320	133.1908	-0.1425	-0.107%	133.5139	0.1806	0.135%	48513	7.5117
254	58.4004	58.5417	58.47103	367.38432	2755620	133.1607	-0.1726	-0.129%	133.483	0.1497	0.112%	48704	7.5299

請 求 の 範 囲

1. 基板上に少なくとも相変化型記録層を有し、

該記録層の結晶部を未記録・消去状態とし非晶質部を記録状態とし、最短マーク長 $0.5\mu\text{m}$ 以下の複数の記録マーク長により情報を記録するための光学的情報記録用媒体であって、

消去が、非晶質部又は溶融部と、周辺結晶部との境界からの結晶成長によって実質的に進行する再結晶化により行われることを特徴とする光学的情報記録用媒体。

2. 上記相変化型記録層は、Ge、Sb、Teを主成分とする薄膜からなる請求の範囲第1項に記載の光学的情報記録用媒体。

3. 上記相変化型記録層は、 $M_y(\text{Sb}_x\text{Te}_{1-x})_{1-y}$ ($0.6 \leq x \leq 0.9$ 、 $0 < y \leq 0.2$ 、MはGa、Zn、Ge、Sn、In、Si、Cu、Au、Ag、Al、Pd、Pt、Pb、Cr、Co、O、S、Se、Ta、Nb、Vのうちの少なくとも1種)合金を主成分とする薄膜からなる請求の範囲第1項に記載の光学的情報記録用媒体。

4. 基板上に、Ge、Sb、Teを主成分とする薄膜からなる相変化型記録層を有し、

該記録層の結晶部を未記録・消去状態とし非晶質部を記録状態とし、最短マーク長 $0.5\mu\text{m}$ 以下の複数の記録マーク長により情報を記録するための光学的情報記録用媒体であって、

該媒体は、一定線速度で、記録層を溶融させるに足る記録パワー P_w の記録光を連続的に照射すると概ね結晶化され、

一定線速度で、記録層を溶融させるに足る記録パワー P_w の記録光を照射したのち遮断すると非晶質マークが形成されることを特徴とする光学的情報記録用媒体。

5. 請求の範囲第1～4項のいずれかに記載の光学的情報記録用媒体であって、

最短マーク長 $0.5\mu\text{m}$ 以下の複数のマーク長により信号を記録したとき、
記録直後に再生した信号の変調度を M_0 とし、

記録後、 80°C 80% RHの条件下で1000時間経過ののち再生した信号の
変調度を M_1 とすると、

$$M_1/M_0 \geq 0.9$$

である光学的情報記録用媒体。

6. 請求の範囲第1～4項のいずれかに記載の光学的情報記録用媒体であって、
最短マーク長 $0.4\mu\text{m}$ の複数のマーク長により、EFMプラス変調方式のランダム信号を記録したとき、

記録直後に再生した信号の変調度を M_0 とし、

記録後、 80°C 80% RHの条件下で1000時間経過ののち再生した信号の
変調度を M_1 とすると、

$$M_1/M_0 \geq 0.9$$

である光学的情報記録用媒体。

7. 基板上に、記録再生光の入射方向から順に、第1保護層、相変化型記録層、
第2保護層、反射層、を設けてなり、

該記録層の結晶部を未記録・消去状態とし非晶質部を記録状態とし、最短マーク長 $0.5\mu\text{m}$ 以下の複数の記録マーク長により情報を記録するための光学的情報記録用媒体であって、

相変化型記録層は膜厚が5nm以上25nm以下で、GeSbTe三元状態図において、

($\text{Sb}_{0.7}\text{Te}_{0.3}$)とGeを結ぶ直線A、

($\text{Ge}_{0.03}\text{Sb}_{0.68}\text{Te}_{0.29}$)と($\text{Sb}_{0.95}\text{Ge}_{0.05}$)を結ぶ直線B、

($\text{Sb}_{0.9}\text{Ge}_{0.1}$)と($\text{Te}_{0.9}\text{Ge}_{0.1}$)を結ぶ直線C、及び

($\text{Sb}_{0.8}\text{Te}_{0.2}$)とGeを結ぶ直線D

の4本の直線で囲まれた領域（ただし、境界線上を含まない）の組成を有するGeSbTe合金を主成分とする薄膜からなり、

第2保護層は膜厚が5 nm以上30 nm以下である

ことを特徴とする光学的情報記録用媒体。

8. 記録層は、GeSbTe三元状態図において、

(Sb_{0.7}Te_{0.3})とGeを結ぶ直線A、

(Ge_{0.03}Sb_{0.68}Te_{0.29})と(Sb_{0.9}Ge_{0.1})を結ぶ直線B'、

(Sb_{0.9}Ge_{0.1})と(Te_{0.9}Ge_{0.1})を結ぶ直線C、及び

(Sb_{0.8}Te_{0.2})とGeを結ぶ直線D

の4本の直線で囲まれた領域(ただし、境界線上を含まない)の組成を有するGeSbTe合金を主成分とする薄膜からなる請求の範囲第7項に記載の光学的情報記録用媒体。

9. 記録層は、Ge_x(Sb_yTe_{1-y})_{1-x}合金を主成分とする薄膜(0.04 ≤ x < 0.10、0.72 ≤ y < 0.8)からなる請求の範囲第7項に記載の光学的情報記録用媒体。

10. 記録層は、Ge_x(Sb_yTe_{1-y})_{1-x}合金を主成分とする薄膜(0.045 ≤ x ≤ 0.075、0.74 ≤ y < 0.8)からなる請求の範囲第7項に記載の光学的情報記録用媒体。

11. 上記記録層が、さらに、O、N、及びSから選ばれる少なくとも1つの元素を含有し、

これら元素の総含有量が0.1原子%以上5原子%以下である請求の範囲第7～10項のいずれかに記載の光学的情報記録用媒体。

12. 上記記録層が、さらに、V、Nb、Ta、Cr、Co、Pt、及びZrから選ばれる少なくとも1つの元素を含有し、

これら元素の総含有量が8原子%以下であり、かつ

これら元素とGeとの総含有量が15原子%以下である請求の範囲第7～10項のいずれかに記載の光学的情報記録用媒体。

13. 上記記録層が、さらに、Al、In、及びGaから選ばれる少なくとも1つの元素を含有し、

これら元素の総含有量が¹⁰⁴8原子%以下であり、かつ

これら元素とGeとの総含有量が15原子%以下である請求の範囲第7～10項のいずれかに記載の光学的情報記録用媒体。

14. 記録層は、膜厚が10nm以上20nm以下である請求の範囲第7～13項のいずれかに記載の光学的情報記録用媒体。

15. 第2保護層は、膜厚が10nm以上25nm以下である請求の範囲第7～14項のいずれかに記載の光学的情報記録用媒体。

16. 基板を通して記録再生光を入射し情報の記録又は再生を行うための媒体であって、第1保護層は膜厚が50nm以上である請求の範囲第7～15項のいずれかに記載の光学的情報記録用媒体。

17. 反射層は、膜厚が40nm以上300nm以下で、体積抵抗率が $20\text{ n}\Omega\cdot\text{m}$ 以上 $150\text{ n}\Omega\cdot\text{m}$ 以下である請求の範囲第7～16項のいずれかに記載の光学的情報記録用媒体。

18. 反射層は、膜厚が150nm以上300nm以下で、Ta, Ti, Co, Cr, Si, Sc, Hf, Pd, Pt, Mg, Zr, Mo及びMnのうちの少なくとも一種を0.2原子%以上2原子%以下含むAl合金からなる請求の範囲第17項に記載の光学的情報記録用媒体。

19. 反射層は、膜厚が40nm以上150nm以下で、Ti, V, Ta, Nb, W, Co, Cr, Si, Ge, Sn, Sc, Hf, Pd, Rh, Au, Pt, Mg, Zr, Mo及びMnのうちの少なくとも一種を0.2原子%以上5原子%以下含むAg合金からなる請求の範囲第17項に記載の光学的情報記録用媒体。

20. 反射層は、複数の金属膜からなる多層反射層であり、該多層反射層全体の膜厚の50%以上が体積抵抗率 $20\text{ n}\Omega\cdot\text{m}$ 以上 $150\text{ n}\Omega\cdot\text{m}$ 以下である請求の範囲第7～16項のいずれかに記載の光学的情報記録用媒体。

21. 第2保護層と反射層の間に、膜厚5nm以上100nm以下の界面層を設けた請求の範囲第17～20項のいずれかに記載の光学的情報記録用媒体。

22. 第2保護層と反射層の間に、膜厚1nm以上100nm以下の界面層を設けてなり、

該界面層が、Ta、Ti、Co、Cr、Si、Sc、Hf、Pd、Pt、Mg、Zr、Mo及びMnのうちの少なくとも1種を0.2原子%以上2原子%以下含有するAl合金からなり、

反射層が、Ti、V、Ta、Nb、W、Co、Cr、Si、Ge、Sn、Sc、Hf、Pd、Rh、Au、Pt、Mg、Zr、Mo及びMnのうちの少なくとも一種を0.2原子%以上5原子%以下含有するAg合金又はAgからなる請求の範囲第17項に記載の光学的情報記録用媒体。

23. 上記界面層と反射層の間に、上記Al合金及び／又はAg合金の酸化物からなる層が存在し、該酸化物層の厚みが1nm以上10nm以下である請求の範囲第22項に記載の光学的情報記録用媒体。

24. 情報を記録するトラックが、ピッチ0.8μm以下である請求の範囲第7～23項のいずれかに記載の光学的情報記録用媒体。

25. 溝内のみをトラックとして情報を記録するための媒体であって、基板上にピッチ0.8μm以下の溝を有し、

再生光波長をλ、その波長における基板の屈折率をnとすると、溝深さがλ/(20n)～λ/(10n)の範囲にある請求の範囲第24項に記載の光学的情報記録用媒体。

26. 波長が630～670nmの光を、開口数NAが0.6～0.65の対物レンズを通し、基板を介して記録層に集光させ、データの記録再生を行うための媒体であって、

上記溝は溝ピッチが0.6～0.8μm、溝深さが25～40nm、溝幅が0.25～0.5μmであり、かつ該溝は、データの基準クロック周期Tの30～400倍の周期の蛇行を有し、該蛇行の振幅（peak-to-peak値）が40～80nmである請求の範囲第25項に記載の光学的情報記録用媒体。

27. 溝内と溝間の両方をトラックとして情報を記録するための媒体であって、

基板上に溝を有し、

再生光波長を λ 、その波長における基板の屈折率を n とすると、溝深さが $\lambda / (7n) \sim \lambda / (5n)$ 、又は $\lambda / (3.5n) \sim \lambda / (2.5n)$ であり、

溝幅 GW と溝間幅 LW がともに $0.2 \mu m$ 以上 $0.4 \mu m$ 以下であり、かつ、 GW/LW 比が 0.8 以上 1.2 以下である請求の範囲第24項に記載の光学的情報記録用媒体。

28. 請求の範囲第1、4、7項のいずれかに記載の光学的情報記録用媒体であって、

記録マーク間には、非晶質を結晶化しうる消去パワー P_e の記録光を照射し、一つの記録マークの時間的な長さを nT としたとき (T は基準クロック周期、 n は2以上の整数)、

記録マークの時間的長さ nT を、

$$\eta_1 T, \alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots,$$

$$\alpha_1 T, \beta_1 T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T, \eta_2 T$$

(ただし、 m はパルス分割数で $m = n - k$ 、 k は $0 \leq k \leq 2$ なる整数とする。

また、 $\sum_i (\alpha_i + \beta_i) + \eta_1 + \eta_2 = n$ とし、 η_1 は $\eta_1 \geq 0$ なる実数、 η_2 は $\eta_2 \geq 0$ なる実数、 $0 \leq \eta_1 + \eta_2 \leq 2.0$ とする。

α_i ($1 \leq i \leq m$) は $\alpha_i > 0$ なる実数とし、 β_i ($1 \leq i \leq m$) は $\beta_i > 0$ なる実数とし、 $\sum \alpha_i < 0.5n$ とする。

$\alpha_1 = 0.1 \sim 1.5$ 、 $\beta_1 = 0.3 \sim 1.0$ 、 $\beta_m = 0 \sim 1.5$ とし、 $\alpha_i = 0.1 \sim 0.8$ ($2 \leq i \leq m$) とする。

なお、 $3 \leq i \leq m$ なる i において $\alpha_i + \beta_{i-1} = 0.5 \sim 1.5$ の範囲にあり、かつ、 i によらず一定とする。)

の順に分割し、

$\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$) の時間内においては記録層を溶融させるにたる $P_w \geq P_e$ なる記録パワー P_w の記録光を照射し、 $\beta_i T$ ($1 \leq i \leq m$) の時間内においては、 $0 < P_b \leq 0.2 P_e$ (ただし、 $\beta_m T$ においては、 $0 < P_b \leq P_e$ となりうる)

なるバイアスパワー P_b の記録光を照射することにより記録を行うための光学的情報記録用媒体。

29. 請求の範囲第28項に記載の光学的情報記録用媒体であって、

波長が350～680 nmの光を、開口数NAが0.55～0.9の対物レンズを通して記録層に集光させ、データの記録再生を行うにあたり、

$$m = n - 1 \text{ もしくは } m = n - 2,$$

$$\alpha_1 = 0.3 \sim 1.5,$$

$$\alpha_i \geq \alpha_1 = 0.2 \sim 0.8 \quad (2 \leq i \leq m),$$

$$\alpha_i + \beta_{i-1} = 1.0 \quad (3 \leq i \leq m),$$

$$0 \leq P_b \leq 1.5 \text{ (mW)},$$

$$0.3 \leq P_e / P_w \leq 0.6$$

として記録を行うための光学的情報記録用媒体。

30. 請求の範囲第28項又は第29項に記載の光学的情報記録用媒体であって、

波長が600～680 nmの光を、開口数NAが0.55～0.65の対物レンズを通し、基板を介して記録層に集光させ、最短マーク長を0.35～0.45 μm の範囲として、データの記録再生を行うにあたり、

n は1～14の整数とし、

$m = n - 1$ とし、

P_b は線速によらず一定とし、

P_e / P_w は0.4～0.6の範囲で線速度に応じて変化しうるものとし、

(i) 記録線速度3～4 m/sの範囲においては、基準クロック周期 T を T_0 とし、

$$\alpha_1 = 0.3 \sim 0.8,$$

$$\alpha_i \geq \alpha_1 = 0.2 \sim 0.4 \text{ であって } i \text{ によらず一定 } (2 \leq i \leq m),$$

$$\alpha_2 + \beta_1 \geq 1.0,$$

$$\alpha_i + \beta_{i-1} = 1.0 \quad (3 \leq i \leq m),$$

$\beta_m = 0.3 \sim 1.5$ とし、

$\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$) の時間内においては記録パワー P_{w1} の記録光を照射し、
(ii) 記録線速度 $6 \sim 8 \text{ m/s}$ の範囲においては、基準クロック周期 T を $T_0 / 2$ とし、

$\alpha'_1 = 0.3 \sim 0.8$ 、

$\alpha'_i \geq \alpha'_{i-1} = 0.3 \sim 0.5$ であって i によらず一定 ($2 \leq i \leq m$)、

$\alpha'_i + \beta'_{i-1} = 1.0$ ($3 \leq i \leq m$)、

$\beta'_m = 0 \sim 1.0$ とし、

$\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$) の時間内においては記録パワー P_{w2} の記録光を照射するとしたとき、

$\alpha'_i > \alpha_i$ ($2 \leq i \leq m$)、かつ、 $0.8 \leq P_{w1} / P_{w2} \leq 1.2$ として記録を行うための光学的情報記録用媒体。

31. 請求の範囲第28項に記載の光学的情報記録用媒体であって、所定の記録領域を有し、

記録領域最内周での線速度が $2 \sim 4 \text{ m/s}$ となり記録領域最外周での線速度が $6 \sim 10 \text{ m/s}$ となるように該媒体を角速度一定で回転させ、

該記録領域は半径によって区切られた複数ゾーンからなり、各ゾーン内の平均線速度に応じて記録密度がほぼ一定となるように基準クロック周期 T を変化させて記録を行うにあたり、

ゾーンによらず m を一定とし、

外周ゾーンから内周ゾーンに向かって、 P_b / P_e 及び／又は α_i (i は $1 \leq i \leq m$ の少なくとも一つ) を単調に減少させることにより記録を行うための光学的情報記録用媒体。

32. 請求の範囲第31項に記載の光学的情報記録用媒体であって、

上記記録領域は半径によって p 個のゾーンに分割され、最内周側を第1ゾーン、最外周側を第 p ゾーンとし、第 q ゾーン (ただし、 q は $1 \leq q \leq p$ の整数) における角速度を ω_q 、平均線速度を $\langle v_q \rangle_{ave}$ 、最大線速度を $\langle v_q \rangle_{max}$ 、最小線速

度を $\langle v_q \rangle_{\min}$ 、基準クロック周期を T_q 、最短マークの時間的長さを $n_{\min} T_q$ とすると、

$\langle v_p \rangle_{\text{ave}} / \langle v_1 \rangle_{\text{ave}}$ は1.2～3の範囲であって、 $\langle v_q \rangle_{\max} / \langle v_q \rangle_{\min}$ は1.5以下であり、

(i) 同一ゾーン内では、 ω_q 、 T_q 、 α_i 、 β_i 、 P_e 、 P_b 、及び P_w は一定であり、最短マークの物理的長さ $n_{\min} T_q \langle v_q \rangle_{\text{ave}}$ は $0.5 \mu\text{m}$ 以下であり、 $T_q \langle v_q \rangle_{\text{ave}}$ は $1 \leq q \leq p$ なる全ての q に対してほぼ一定であり、かつ、

$m = n - 1$ もしくは $m = n - 2$ 、

$\alpha_1 = 0.3 \sim 1.5$ 、

$\alpha_i \geq \alpha_1 = 0.2 \sim 0.8$ ($2 \leq i \leq m$)、

$\alpha_i + \beta_{i-1} = 1.0$ ($3 \leq i \leq m$)、

$0 \leq P_b \leq 1.5$ (mW)、

$0.4 \leq P_e / P_w \leq 0.6$

であり、

(ii) 各ゾーンごとに P_b 、 P_w 、 P_e / P_w 、 α_i ($1 \leq i \leq m$)、 β_i 、 β_m は可変であり、外周ゾーンから内周ゾーンに向かって、少なくとも α_i (i は $2 \leq i \leq m$ の少なくとも一つ)を単調に減少させることにより記録を行うための光学的情報記録用媒体。

33. 該記録領域における P_w の最大値を $P_{w\max}$ 、最小値を $P_{w\min}$ とすると、 $P_{w\max} / P_{w\min} \leq 1.2$ とする、請求の範囲第32項に記載の光学的情報記録用媒体。

34. 請求の範囲第31～33項のいずれかに記載の光学的情報記録用媒体であって、

波長が $600 \sim 680 \text{ nm}$ の光を、開口数 NA が $0.55 \sim 0.65$ の対物レンズを通し、基板を介して記録層に集光させ、データの記録再生を行うにあたり、

上記記録領域の最内周が半径 $20 \sim 25 \text{ mm}$ の範囲にあり、最外周が半径 $55 \sim 60 \text{ mm}$ の範囲にあり、最内周側ゾーンの平均線速度が $3 \sim 4 \text{ m/s}$ であり、

第 q ゾーン（ただし、 q は $1 \leq q \leq p$ の整数）における角速度を ω_q 、平均線速度を $\langle v_q \rangle_{ave}$ 、最大線速度を $\langle v_q \rangle_{max}$ 、最小線速度を $\langle v_q \rangle_{min}$ 、基準クロック周期を T_q 、最短マークの時間的長さを $n_{min}T_q$ とすると、

n は $1 \sim 14$ の整数であり、

$m = n - 1$ であり、

ω_q 、 P_b 及び P_e / P_w はゾーンによらず一定であり、

$T_q \langle v_q \rangle_{ave}$ は $1 \leq q \leq p$ なる全ての q に対してほぼ一定であり、かつ、

$$(\langle v_q \rangle_{max} - \langle v_q \rangle_{min}) / (\langle v_q \rangle_{max} + \langle v_q \rangle_{min}) < 10\%$$

を満たし、

(i) 第1ゾーンにおいては、

$$\alpha^1_1 = 0.3 \sim 0.8,$$

$$\alpha^1_i \geq \alpha^1_{i-1} = 0.2 \sim 0.4 \text{ であって } i \text{ によらず一定 } (2 \leq i \leq m),$$

$$\alpha^1_2 + \beta^1_1 \geq 1.0,$$

$$\alpha^1_i + \beta^1_{i-1} = 1.0 \text{ } (3 \leq i \leq m) \text{ とし、}$$

(ii) 第 p ゾーンにおいては、

$$\alpha^p_1 = 0.3 \sim 0.8,$$

$$\alpha^p_i \geq \alpha^p_{i-1} = 0.3 \sim 0.5 \text{ であって } i \text{ によらず一定 } (2 \leq i \leq m),$$

$$\alpha^p_1 + \beta^p_{i-1} = 1.0 \text{ } (2 \leq i \leq m) \text{ としたとき、}$$

(iii) 他のゾーンにおいては、 $\alpha^1_i \leq \alpha^q_i \leq \alpha^p_i$ ($2 \leq i \leq m$) とし、 α^q_i は α^1_i と α^p_i との間の値とすることにより記録を行うための光学的情報記録用媒体。

35. $\alpha^1_i \geq \alpha^q_i \geq \alpha^p_i$ (ただし、 $\alpha^1_i > \alpha^p_i$) とすることにより記録を行うための請求の範囲第34項に記載の光学的情報記録用媒体。

36. P_b 、 P_e / P_w 、 β_1 、 β_m はゾーンによらず一定であり、 α_i 及び α_i ($2 \leq i \leq m$) をゾーンにより変化させることにより記録を行うための請求の範囲第34項又は第35項に記載の光学的情報記録用媒体。

37. 少なくとも P_e / P_w 、 P_b 、 P_w 、 β_m 、 (α^1_i, α^p_i) 、 $(\alpha^1_c, \alpha$

P_c) の数値が、あらかじめ基板上に、プリピット列或いは溝変形により記載されている請求の範囲第 3 4 ~ 3 6 項のいずれかに記載の光学的情報記録用媒体。

3 8. プリピット列もしくは溝変形により、アドレス情報をあらかじめ基板上に記録した光学的情報記録用媒体であって、該アドレス情報とともに、該アドレスにおいて適当な α_i 及び β_i ($2 \leq i \leq m$) に関する情報を含む請求の範囲第 3 4 ~ 3 7 項のいずれかに記載の光学的情報記録用媒体。

3 9. 請求の範囲第 1、4、7 項のいずれかに記載の光学的情報記録用媒体であって、

記録マーク間には、非晶質を結晶化しうる消去パワー P_e の記録光を照射し、一つの記録マークの時間的な長さを nT としたとき (T は基準クロック周期、 n は 2 以上の整数)、

記録マークの時間的長さ nT を、

$$\eta_1 T, \alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots, \\ \alpha_i T, \beta_i T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T, \eta_2 T$$

(ただし、 m はパルス分割数で $m = n - k$ 、 k は $0 \leq k \leq 2$ なる整数とする。

また、 $\sum_i (\alpha_i + \beta_i) + \eta_1 + \eta_2 = n$ とし、 η_1 は $\eta_1 \geq 0$ なる実数、 η_2 は $\eta_2 \geq 0$ なる実数、 $0 \leq \eta_1 + \eta_2 \leq 2.0$ とする。

α_i ($1 \leq i \leq m$) は $\alpha_i > 0$ なる実数とし、 β_i ($1 \leq i \leq m$) は $\beta_i > 0$ なる実数とする。

$\alpha_1 = 0.1 \sim 1.5$ 、 $\beta_1 = 0.3 \sim 1.0$ 、 $\beta_m = 0 \sim 1.5$ とし、 $2 \leq i \leq m$ なる i において α_i は $0.1 \sim 0.8$ の範囲にあり、かつ、 i によらず一定とする。

なお、 $3 \leq i \leq m$ なる i において $\alpha_i + \beta_{i-1}$ は $0.5 \sim 1.5$ の範囲にあり、かつ、 i によらず一定とする。)

の順に分割し、

$\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$) の時間内においては記録層を溶融させるにたる $P_w \geq P_e$ なる記録パワー P_w の記録光を照射し、 $\beta_i T$ ($1 \leq i \leq m$) の時間内においては、

$0 < P_b \leq 0.2 P_e$ (ただし、 $\beta_m T$ においては、 $0 < P_b \leq P_e$ となりうる)
なるバイアスパワー P_b の記録光を照射し、

線速度によらず m 、 $\alpha_i + \beta_{i-1}$ ($3 \leq i \leq m$)、 $\alpha_1 T$ 、及び $\alpha_i T$ ($2 \leq i \leq m$) を一定とし、線速度が小さいほど β_m が単調に増加するように変化させることで記録を行う光学的情報記録用媒体。

40. 各記録線速度での最大記録パワーを $P_{w_{max}}$ 、最小記録パワーを $P_{w_{min}}$ とするとき、

$$P_{w_{max}} / P_{w_{min}} \leq 1.2,$$

$$P_e / P_w = 0.4 \sim 0.6,$$

$$0 \leq P_b \leq 1.5 \text{ (mW)}$$

とすることにより記録を行うための請求の範囲第39項に記載の光学的情報記録用媒体。

41. 記録線速度が 5 m/s 以下において、 $\sum \alpha_i < 0.5 n$ とすることにより記録を行うための請求の範囲第40項に記載の光学的情報記録用媒体。

42. 最大記録線速度における β_m を β_m^H 、最小記録線速度における β_m を β_m^L としたとき、

他の記録線速度における β_m は、 β_m^L と β_m^H の間の値とし、

記録線速度によらず P_b 、 P_e / P_w を一定とすることにより記録を行うための請求の範囲第40項又は第41項に記載の光学的情報記録用媒体。

43. 記録線速度によらず β_m を一定とすることにより記録を行うための請求の範囲第39項又は第40項に記載の光学的情報記録用媒体。

44. 少なくとも P_e / P_w 比、 P_b 、 P_w 、 $\alpha_1 T$ 、 $\alpha_i T$ ($2 \leq i \leq m$)、
(β_m^L 、 β_m^H) の数値が、あらかじめ基板上に、プリピット列或いは溝変形により記録されている請求の範囲第42項に記載の光学的情報記録用媒体。

45. 請求の範囲第1、4、7項のいずれかに記載の光学的情報記録用媒体であって、

所定の記録領域を有し、該記録領域が半径方向に均等な幅を有する p 個のゾー

ンに分割され、半径位置によらず角速度一定で回転させて情報を複数のマーク長により記録するための光学的情報記録用媒体であって、

基板上に、所定の溝蛇行信号を有する溝が形成され、該溝蛇行信号の基準周期は各ゾーン毎に変化し、第 q ゾーン（ただし、 q は $1 \leq q \leq p$ の整数）における平均線速度を $\langle v_q \rangle_{ave}$ 、最大線速度を $\langle v_q \rangle_{max}$ 、最小線速度を $\langle v_q \rangle_{min}$ 、溝蛇行信号の基準周期を Tw_q とすると、

$\langle v_q \rangle_{ave} Tw_q$ は一定であり、

$$(\langle v_q \rangle_{max} - \langle v_q \rangle_{min}) / (\langle v_q \rangle_{max} + \langle v_q \rangle_{min}) < 1\%$$

を満たす光学的情報記録用媒体。

46. 上記溝の一周を1ゾーンとし、該溝はゾーンによらず周期が一定の蛇行を有し、

溝ピッチを TP 、蛇行周期を Tw_0 とすると、近似的に

$$2\pi \cdot TP = a \cdot Tw_0 \cdot v_0$$

（ただし、 a は自然数）

なる関係を満たす請求の範囲第45項に記載の光学的情報記録用媒体。

47. 請求の範囲第1、4、7項のいずれかに記載の光学的情報記録用媒体であって、

所定の記録領域を有し、該記録領域が半径方向に均等な幅を有する p 個のゾーンに分割され（ただし、 p は200以上の整数）、半径位置によらず角速度一定で回転させて情報を複数のマーク長により記録するための光学的情報記録用媒体であって、

基板上に、所定の溝蛇行信号を有する溝が形成され、該溝蛇行信号の基準周期は各ゾーン毎に変化し、第 q ゾーン（ただし、 q は $1 \leq q \leq p$ の整数）における平均線速度を $\langle v_q \rangle_{ave}$ 、溝蛇行信号の基準周期を Tw_q とすると、 $\langle v_q \rangle_{ave} Tw_q$ は一定である光学的情報記録用媒体。

48. 上記記録領域の最内周が半径20～25mmの範囲にあり、最外周が半径55～60mmの範囲にある請求の範囲第47項に記載の光学的情報記録用媒

体。

49. 請求の範囲第1、4、7項のいずれかに記載の光学的情報記録用媒体に情報を記録するにあたり、

記録マーク間には、非晶質を結晶化しうる消去パワー P_e の記録光を照射し、一つの記録マークの時間的な長さを nT としたとき（ T は基準クロック周期、 n は2以上の整数）、

記録マークの時間的長さ nT を、

$$\eta_1 T, \alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots,$$

$$\alpha_i T, \beta_i T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T, \eta_2 T$$

（ただし、 m はパルス分割数で $m = n - k$ 、 k は $0 \leq k \leq 2$ なる整数とする。

また、 $\sum_i (\alpha_i + \beta_i) + \eta_1 + \eta_2 = n$ とし、 η_1 は $\eta_1 \geq 0$ なる実数、 η_2 は $\eta_2 \geq 0$ なる実数、 $0 \leq \eta_1 + \eta_2 \leq 2.0$ とする。

α_i ($1 \leq i \leq m$) は $\alpha_i > 0$ なる実数とし、 β_i ($1 \leq i \leq m$) は $\beta_i > 0$ なる実数とし、 $\sum \alpha_i < 0.5n$ とする。

$\alpha_1 = 0.1 \sim 1.5$ 、 $\beta_1 = 0.3 \sim 1.0$ 、 $\beta_m = 0 \sim 1.5$ とし、 $\alpha_i = 0.1 \sim 0.8$ ($2 \leq i \leq m$) とする。

なお、 $3 \leq i \leq m$ なる i において $\alpha_i + \beta_{i-1} = 0.5 \sim 1.5$ の範囲にあり、かつ、 i によらず一定とする。）

の順に分割し、

$\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$) の時間内においては記録層を溶融させるにたる $P_w \geq P_e$ なる記録パワー P_w の記録光を照射し、 $\beta_i T$ ($1 \leq i \leq m$) の時間内においては、 $0 < P_b \leq 0.2 P_e$ （ただし、 $\beta_m T$ においては、 $0 < P_b \leq P_e$ となりうる）なるバイアスパワー P_b の記録光を照射することを特徴とする光学的情報記録用媒体の光記録方法。

50. 波長が $350 \sim 680 \text{ nm}$ の光を、開口数 NA が $0.55 \sim 0.9$ の対物レンズを通して記録層に集光させ、データの記録再生を行う光記録方法であって、

$m = n - 1$ もしくは $m = n - 2$ 、

$\alpha_1 = 0.3 \sim 1.5$ 、

$\alpha_i \geq \alpha_1 = 0.2 \sim 0.8$ ($2 \leq i \leq m$)、

$\alpha_i + \beta_{i-1} = 1.0$ ($3 \leq i \leq m$)、

$0 \leq P_b \leq 1.5$ (mW)、

$0.3 \leq P_e / P_w \leq 0.6$

である請求の範囲第49項に記載の光記録方法。

51. 波長が600～680nmの光を、開口数NAが0.55～0.65の対物レンズを通し、基板を介して記録層に集光させ、最短マーク長を0.35～0.45 μ mの範囲として、データの記録再生を行う光記録方法であって、

n は1～14の整数とし、

$m = n - 1$ とし、

P_b は線速によらず一定とし、

P_e / P_w は0.4～0.6の範囲で線速度に応じて変化しうるものとし、

(i) 記録線速度3～4m/sの範囲においては、基準クロック周期 T を T_0 とし、

$\alpha_1 = 0.3 \sim 0.8$ 、

$\alpha_i \geq \alpha_1 = 0.2 \sim 0.4$ であって i によらず一定 ($2 \leq i \leq m$)、

$\alpha_2 + \beta_1 \geq 1.0$ 、

$\alpha_i + \beta_{i-1} = 1.0$ ($3 \leq i \leq m$)、

$\beta_m = 0.3 \sim 1.5$ とし、

$\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$) の時間内においては記録パワー P_w の記録光を照射し、

(ii) 記録線速度6～8m/sの範囲においては、基準クロック周期 T を $T_0 / 2$ とし、

$\alpha'_1 = 0.3 \sim 0.8$ 、

$\alpha'_i \geq \alpha'_1 = 0.3 \sim 0.5$ であって i によらず一定 ($2 \leq i \leq m$)、

$\alpha'_i + \beta'_{i-1} = 1.0$ ($3 \leq i \leq m$)、

$\beta'_m = 0 \sim 1.0$ とし、

$\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$) の時間内においては記録パワー Pw_2 の記録光を照射するとしたとき、

$\alpha'_i > \alpha_i$ ($2 \leq i \leq m$)、かつ、 $0.8 \leq Pw_1 / Pw_2 \leq 1.2$ である請求の範囲第49項又は第50項に記載の光記録方法。

52. 所定の記録領域を有する光学的情報記録用媒体を角速度一定で回転させて情報を複数のマーク長により記録する方法であって、

記録領域最内周での線速度が $2 \sim 4 \text{ m/s}$ となり記録領域最外周での線速度が $6 \sim 10 \text{ m/s}$ となるように該媒体を回転させ、

該記録領域は半径によって区切られた複数ゾーンからなり、各ゾーン内の平均線速度に応じて記録密度がほぼ一定となるように基準クロック周期 T を変化させる記録方法であって、

ゾーンによらず m を一定とし、

外周ゾーンから内周ゾーンに向かって、 Pb / Pe 及び/又は α_i (i は $1 \leq i \leq m$ の少なくとも一つ) を単調に減少させる請求の範囲第49項に記載の光記録方法。

53. 上記記録領域は半径によって p 個のゾーンに分割され、最内周側を第1ゾーン、最外周側を第 p ゾーンとし、第 q ゾーン (ただし、 q は $1 \leq q \leq p$ の整数) における角速度を ω_q 、平均線速度を $\langle v_q \rangle_{ave}$ 、最大線速度を $\langle v_q \rangle_{max}$ 、最小線速度を $\langle v_q \rangle_{min}$ 、基準クロック周期を T_q 、最短マークの時間的長さを $n_{min} T_q$ とすると、

$\langle v_p \rangle_{ave} / \langle v_1 \rangle_{ave}$ は $1.2 \sim 3$ の範囲であって、 $\langle v_q \rangle_{max} / \langle v_q \rangle_{min}$ は 1.5 以下であり、

(i) 同一ゾーン内では、 ω_q 、 T_q 、 α_i 、 β_i 、 Pe 、 Pb 、及び Pw は一定であり、最短マークの物理的長さ $n_{min} T_q \langle v_q \rangle_{ave}$ は $0.5 \mu\text{m}$ 以下であり、 $T_q \langle v_q \rangle_{ave}$ は $1 \leq q \leq p$ なる全ての q に対してほぼ一定であり、かつ、

$m = n - 1$ もしくは $m = n - 2$ 、

$$\alpha_1 = 0.3 \sim 1.5,$$

$$\alpha_i \geq \alpha_1 = 0.2 \sim 0.8 \quad (2 \leq i \leq m),$$

$$\alpha_i + \beta_{i-1} = 1.0 \quad (3 \leq i \leq m),$$

$$0 \leq P_b \leq 1.5 \text{ (mW)},$$

$$0.4 \leq P_e / P_w \leq 0.6$$

であり、

(i i) 各ゾーンごとに P_b 、 P_w 、 P_e / P_w 、 α_i ($1 \leq i \leq m$)、 β_1 、 β_m は可変であり、外周ゾーンから内周ゾーンに向かって、少なくとも α_i (i は $2 \leq i \leq m$ の少なくとも一つ) を単調に減少させる請求の範囲第 5 2 項に記載の光記録方法。

5 4. 該記録領域における P_w の最大値を $P_{w_{\max}}$ 、最小値を $P_{w_{\min}}$ とするとき、 $P_{w_{\max}} / P_{w_{\min}} \leq 1.2$ である請求の範囲第 5 3 項に記載の光記録方法。

5 5. 波長が 600 ~ 680 nm の光を、開口数 NA が 0.55 ~ 0.65 の対物レンズを通し、基板を介して記録層に集光させ、データの記録再生を行う光記録方法であって、

上記記録領域の最内周が半径 2.0 ~ 2.5 mm の範囲にあり、最外周が半径 5.5 ~ 6.0 mm の範囲にあり、最内周側ゾーンの平均線速度が 3 ~ 4 m/s であり、

第 q ゾーン (ただし、 q は $1 \leq q \leq p$ の整数) における角速度を ω_q 、平均線速度を $\langle v_q \rangle_{\text{ave}}$ 、最大線速度を $\langle v_q \rangle_{\text{max}}$ 、最小線速度を $\langle v_q \rangle_{\text{min}}$ 、基準クロック周期を T_q 、最短マークの時間的長さを $n_{\min} T_q$ とすると、

n は 1 ~ 14 の整数であり、

$m = n - 1$ であり、

ω_q 、 P_b 及び P_e / P_w はゾーンによらず一定であり、

$T_q \langle v_q \rangle_{\text{ave}}$ は $1 \leq q \leq p$ なる全ての q に対してほぼ一定であり、かつ、

$$(\langle v_q \rangle_{\text{max}} - \langle v_q \rangle_{\text{min}}) / (\langle v_q \rangle_{\text{max}} + \langle v_q \rangle_{\text{min}}) < 10\%$$

を満たし、

(i) 第 1 ゾーンにおいては、

$$\alpha^1_i = 0.3 \sim 0.8,$$

$$\alpha^1_i \geq \alpha^1_{i-1} = 0.2 \sim 0.4 \text{ であって } i \text{ によらず一定 } (2 \leq i \leq m),$$

$$\alpha^1_2 + \beta^1_1 \geq 1.0,$$

$$\alpha^1_i + \beta^1_{i-1} = 1.0 \quad (3 \leq i \leq m) \text{ とし、}$$

(i i) 第 p ゾーンにおいては、

$$\alpha^p_i = 0.3 \sim 0.8,$$

$$\alpha^p_i \geq \alpha^p_{i-1} = 0.3 \sim 0.5 \text{ であって } i \text{ によらず一定 } (2 \leq i \leq m),$$

$$\alpha^p_i + \beta^p_{i-1} = 1.0 \quad (2 \leq i \leq m) \text{ とし、}$$

(i i i) 他のゾーンにおいては、 $\alpha^1_i \leq \alpha^q_i \leq \alpha^p_i$ ($2 \leq i \leq m$) とし、 α^q_i は α^1_i と α^p_i との間の値とする請求の範囲第 5 2 ～ 5 4 項のいずれかに記載の光記録方法。

56. $\alpha^1_i \geq \alpha^q_i \geq \alpha^p_i$ (ただし、 $\alpha^1_i > \alpha^p_i$) である請求の範囲第 5 5 項に記載の光記録方法。

57. P_b 、 P_e/P_w 、 β_1 、 β_m はゾーンによらず一定であり、 α_1 、 α_i ($2 \leq i \leq m$) のみをゾーンにより変化させる請求の範囲第 5 5 項又は第 5 6 項に記載の光記録方法。

58. 請求の範囲第 1、4、7 のいずれかに記載の光学的情報記録用媒体に情報を記録するにあたり、

記録マーク間には、非晶質を結晶化しうる消去パワー P_e の記録光を照射し、

一つの記録マークの時間的な長さを nT としたとき (T は基準クロック周期、

n は 2 以上の整数)、

記録マークの時間的長さ nT を、

$$\eta_1 T, \alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots,$$

$$\alpha_i T, \beta_i T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T, \eta_2 T$$

(ただし、 m はパルス分割数で $m = n - k$ 、 k は $0 \leq k \leq 2$ なる整数とする。

また、 $\sum_i (\alpha_i + \beta_i) + \eta_1 + \eta_2 = n$ とし、 η_1 は $\eta_1 \geq 0$ なる実数、 η_2 は $\eta_2 \geq 0$ なる実数、 $0 \leq \eta_1 + \eta_2 \leq 2.0$ とする。

α_i ($1 \leq i \leq m$) は $\alpha_i > 0$ なる実数とし、 β_i ($1 \leq i \leq m$) は $\beta_i > 0$ なる実数とする。

$\alpha_1 = 0.1 \sim 1.5$ 、 $\beta_1 = 0.3 \sim 1.0$ 、 $\beta_m = 0 \sim 1.5$ とし、 $2 \leq i \leq m$ なる i において α_i は $0.1 \sim 0.8$ の範囲にあり、かつ、 i によらず一定とする。

なお、 $3 \leq i \leq m$ なる i において $\alpha_i + \beta_{i-1}$ は $0.5 \sim 1.5$ の範囲にあり、かつ、 i によらず一定とする。)

の順に分割し、

$\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$) の時間内においては記録層を溶融させるにたる $P_w \geq P_e$ なる記録パワー P_w の記録光を照射し、 $\beta_i T$ ($1 \leq i \leq m$) の時間内においては、 $0 < P_b \leq 0.2 P_e$ (ただし、 $\beta_m T$ においては、 $0 < P_b \leq P_e$ となりうる) なるバイアスパワー P_b の記録光を照射し、

線速度によらず m 、 $\alpha_i + \beta_{i-1}$ ($3 \leq i \leq m$)、 $\alpha_i T$ 、及び $\alpha_i T$ ($2 \leq i \leq m$) を一定とし、線速度が小さいほど β_m が単調に増加するように変化させることを特徴とする光記録方法。

59. 各記録線速度での最大記録パワーを $P_{w_{max}}$ 、最小記録パワーを $P_{w_{min}}$ とするとき、

$$P_{w_{max}} / P_{w_{min}} \leq 1.2,$$

$$P_e / P_w = 0.4 \sim 0.6,$$

$$0 \leq P_b \leq 1.5 \text{ (mW)}$$

である請求の範囲第58項に記載の光記録方法。

60. 記録線速度が 5 m/s 以下において、 $\sum \alpha_i < 0.5 n$ である請求の範囲第59項に記載の光記録方法。

61. 最大記録線速度における β_m を β_m^H 、最小記録線速度における β_m を β_m^L としたとき、

他の記録線速度における β_m は、 β_m^L と β_m^H の間の値とし、

記録線速度によらず P_b 、 P_e / P_w 比が一定である請求の範囲第59項に記

載の光記録方法。

6 2. 記録線速度によらず β_m が一定である請求の範囲第 5 8 ～ 第 6 0 項のいずれかに記載の光記録方法。

6 3. 所定の記録領域を有する光学的情報記録用媒体を回転させて情報を複数のマーク長により記録する方法であって、

記録領域を半径方向に複数のゾーンに分割し、各ゾーン内においては、線速度一定で記録を行うものとし、

最内周ゾーンにおける記録線速度 v_{in} と最外周ゾーンにおける記録線速度 v_{out} の比 v_{out}/v_{in} が 1. 2 ～ 2 であり、 β_m を各ゾーンの線速度に応じて変化させる請求の範囲第 5 8 ～ 6 2 項のいずれかに記載の光記録方法。

6 4. 所定の記録領域を有する光学的情報記録用媒体を回転させて情報を複数のマーク長により記録する方法であって、

記録領域を半径方向に複数のゾーンに分割し、各ゾーン内においては、線速度一定で記録を行うものとし、

最内周ゾーンにおける記録線速度 v_{in} と最外周ゾーンにおける記録線速度 v_{out} の比 v_{out}/v_{in} が 1. 2 ～ 2 であり、

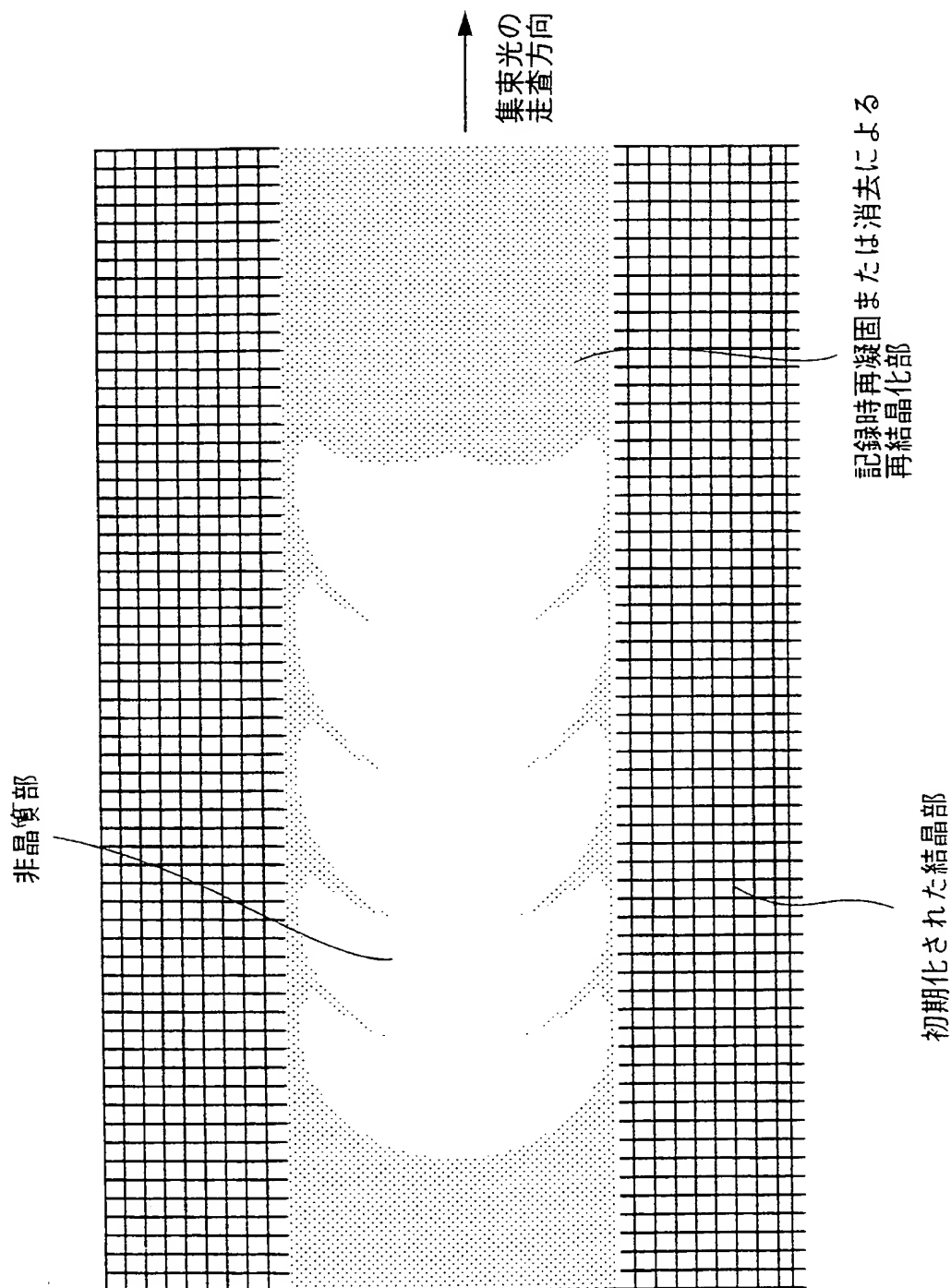
$\alpha_i = 0. 3 \sim 0. 6$ ($2 \leq i \leq m$) 及び $\beta_m = 0 \sim 1. 5$ とし、

線速度によらず m 、 $\alpha_i + \beta_{i-1}$ ($3 \leq i \leq m$)、 $\alpha_i T$ 、 P_e/P_w 、及び P_b を一定とし、線速度に応じて α_i 及び/又は β_m を変化させる請求の範囲第 4 9 項に記載の光記録方法。

6 5. 請求の範囲第 4 5 ～ 4 8 項のいずれかに記載の光学的情報記録用媒体に対して情報の記録を行うにあたり、基準クロック周期 T_0 は、各ゾーンの溝蛇行の基準周期 T_w の倍数もしくは約数として発生せしめることを特徴とする光記録方法。

1/32

第1図



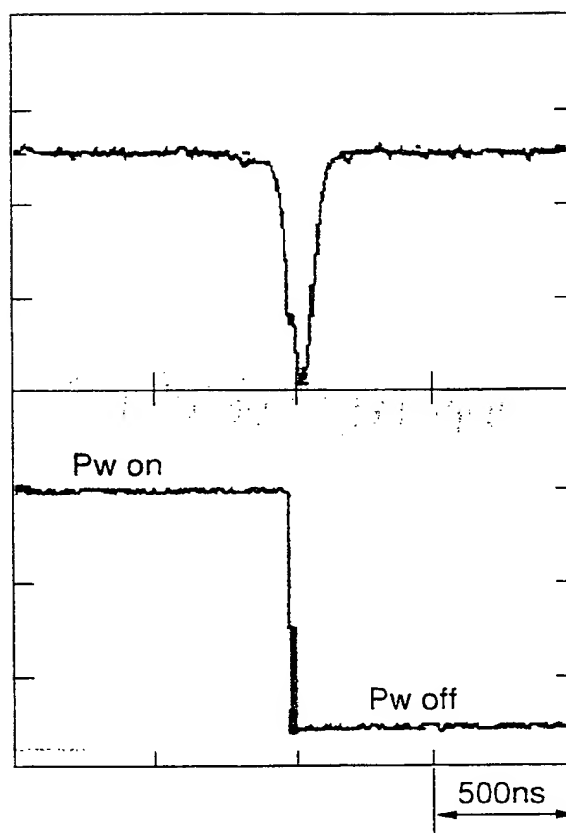
This Page Blank (uspto)

2/32

第2図

反射率に比例した
再生信号

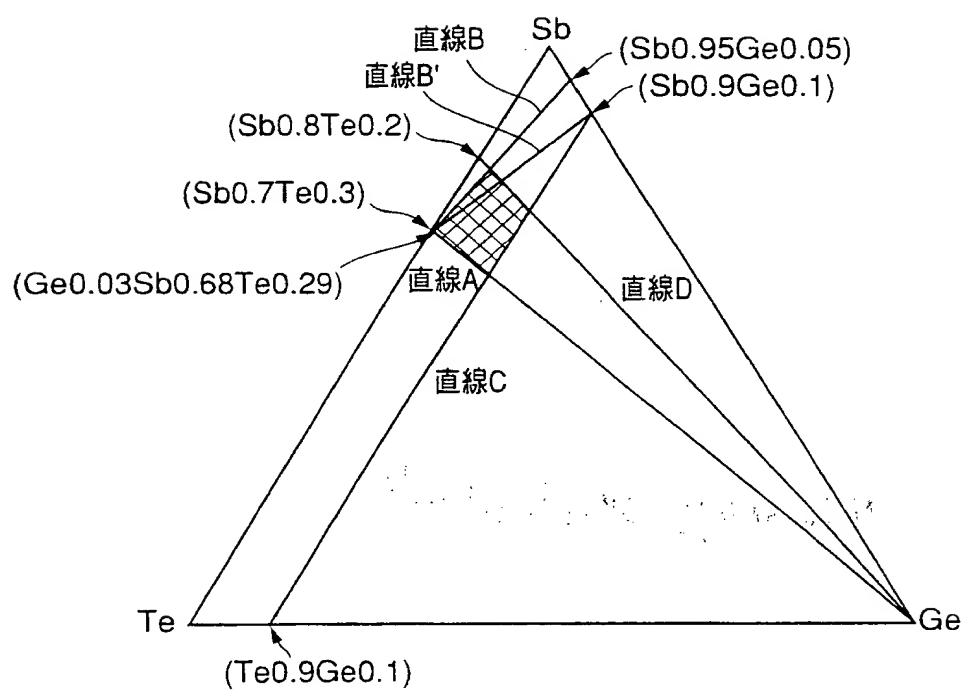
Pw制御信号



This Page Blank (uspto)

3/32

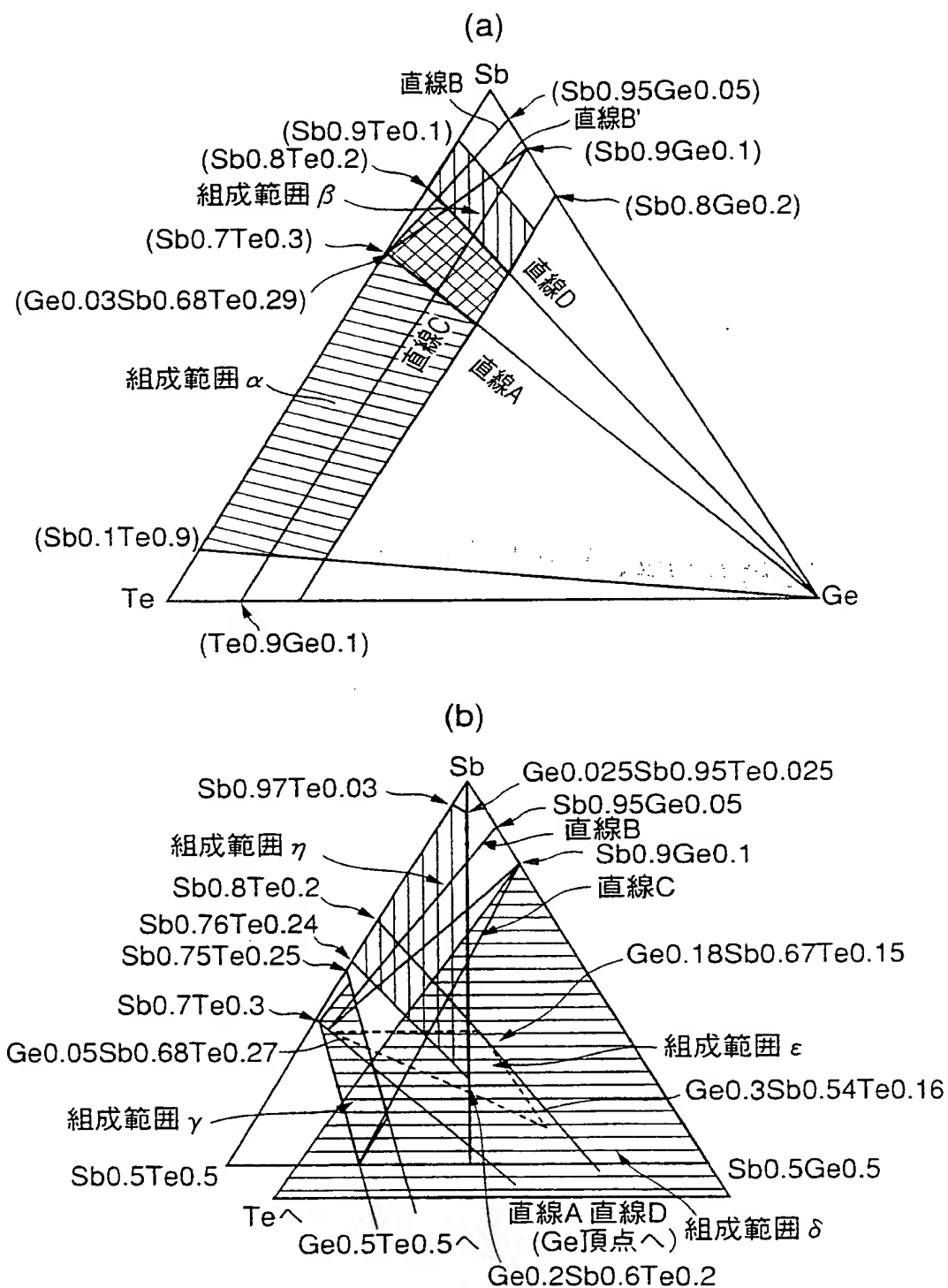
第3図



This Page Blank (uspto)

4/32

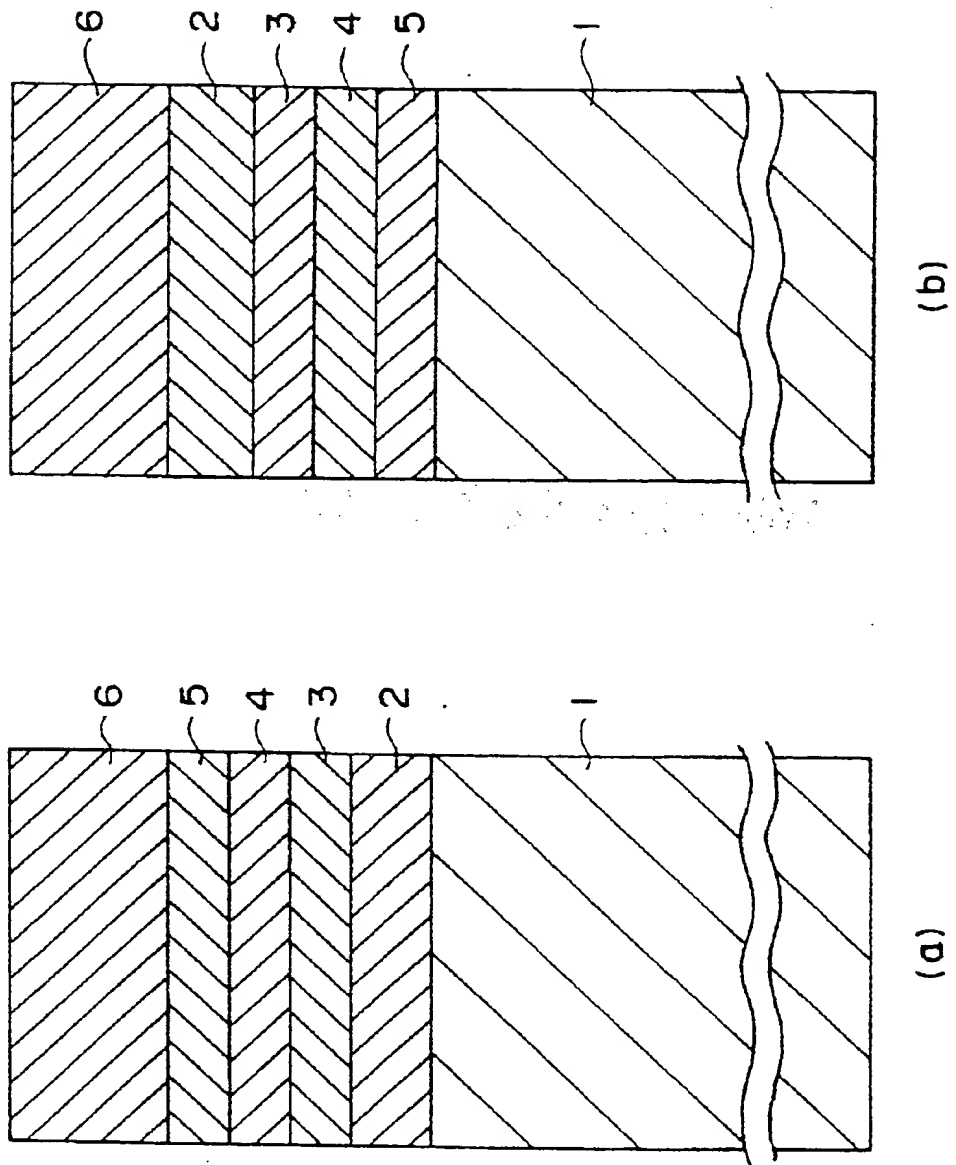
第4図



This Page Blank (uspto)

5/32

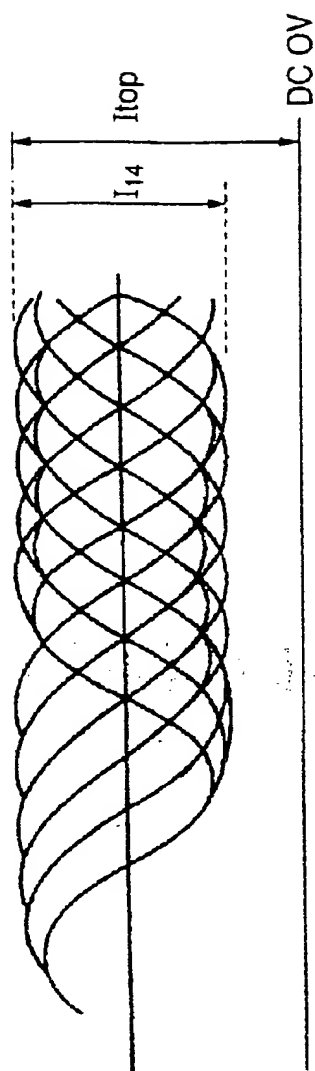
第5図



This Page Blank (uspto)

6/32

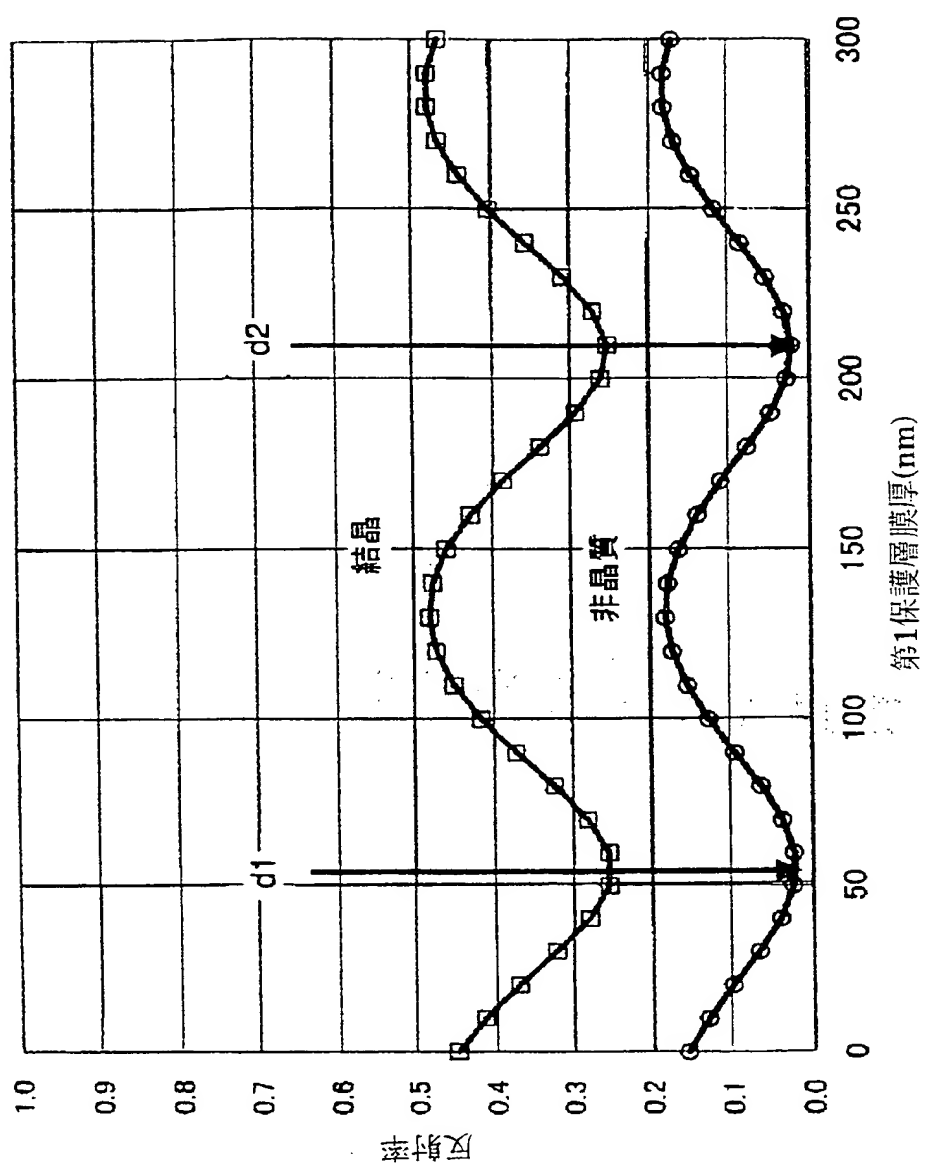
第6図



This Page Blank (uspto)

7/32

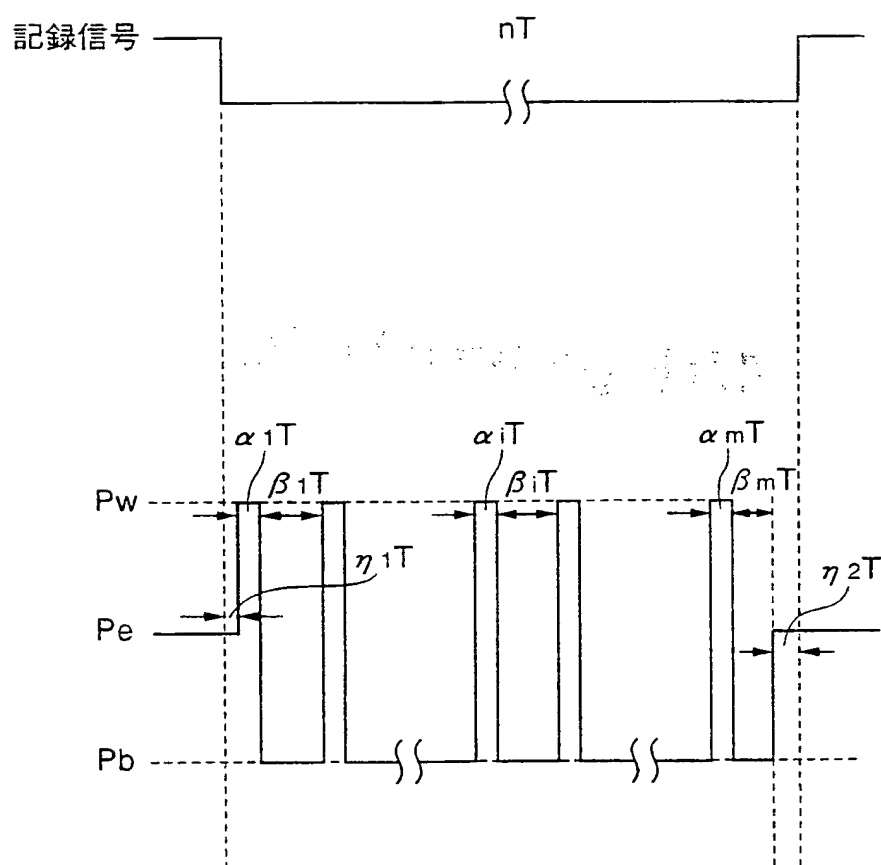
第7図



This Page Blank (uspto)

8/32

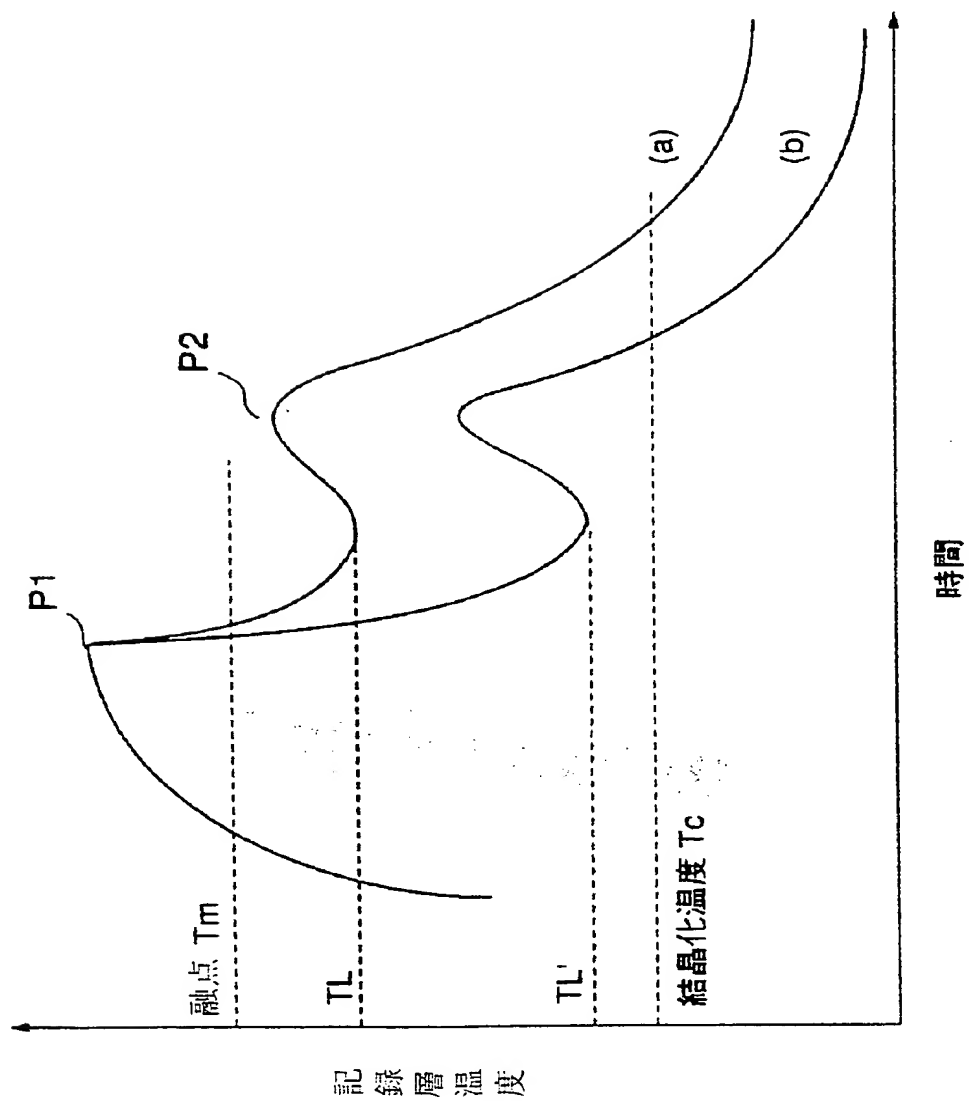
第8図



This Page Blank (uspto)

9/32

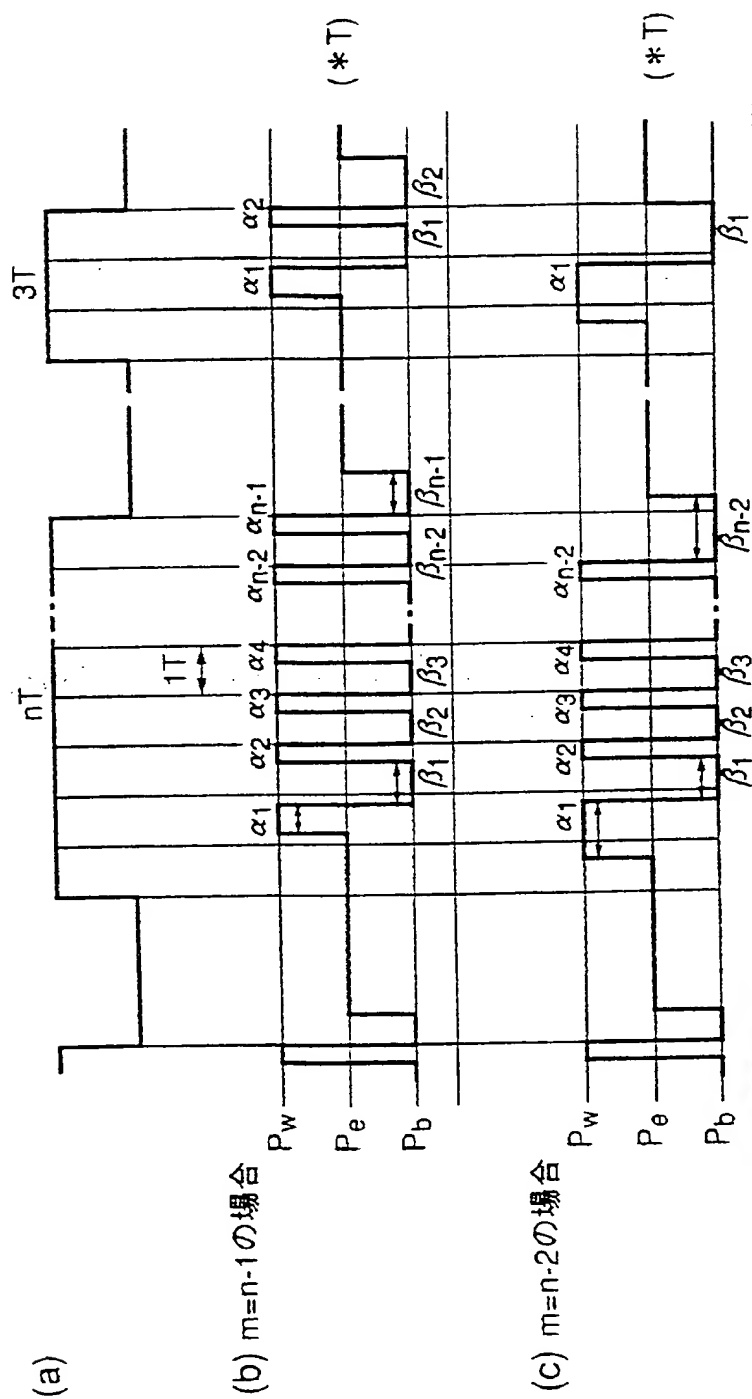
第9図



This Page Blank (uspto)

10/32

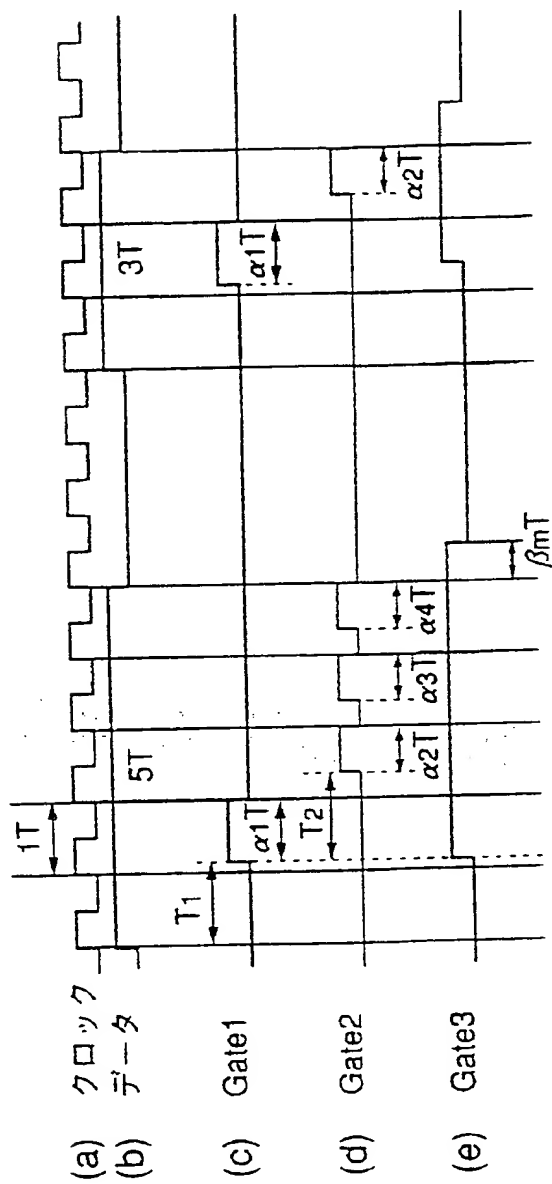
第10図



This Page Blank (uspto)

11/32

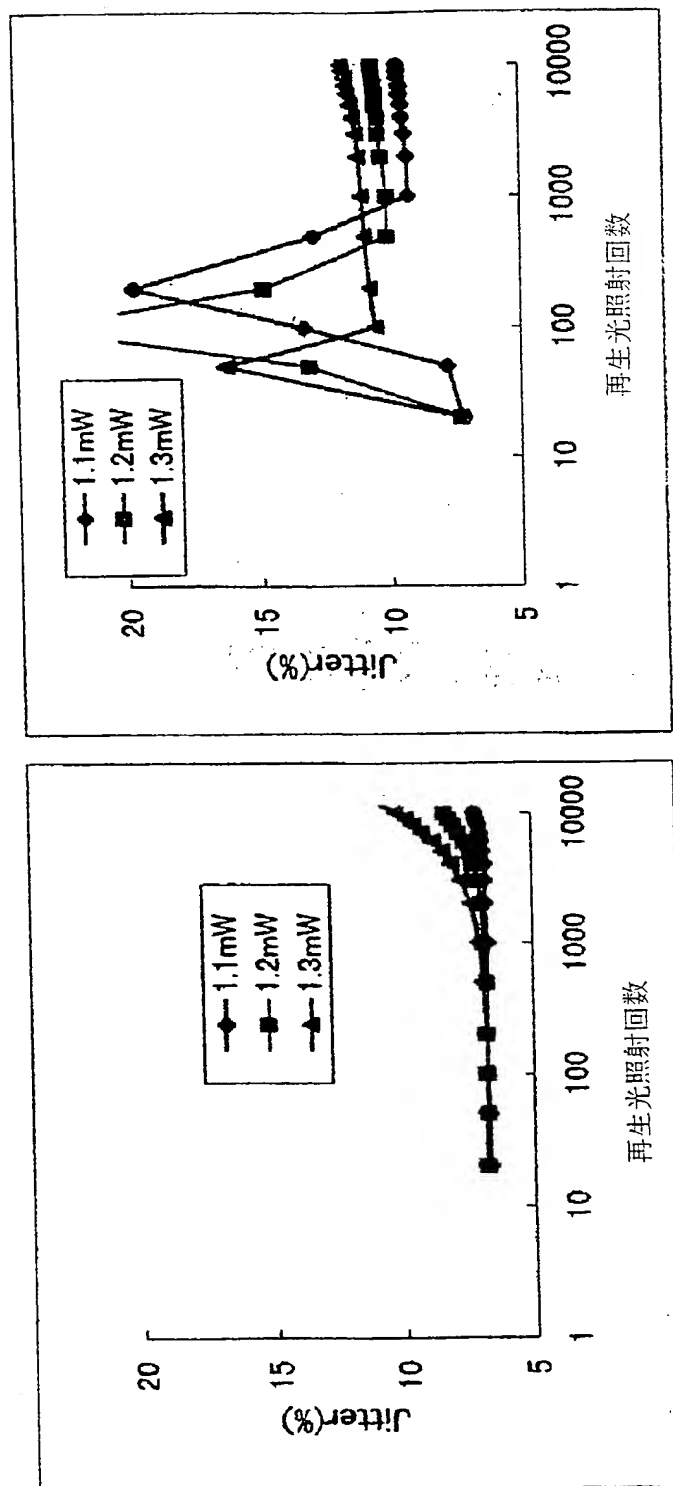
第11図



This Page Blank (uspto)

12/32

第12図

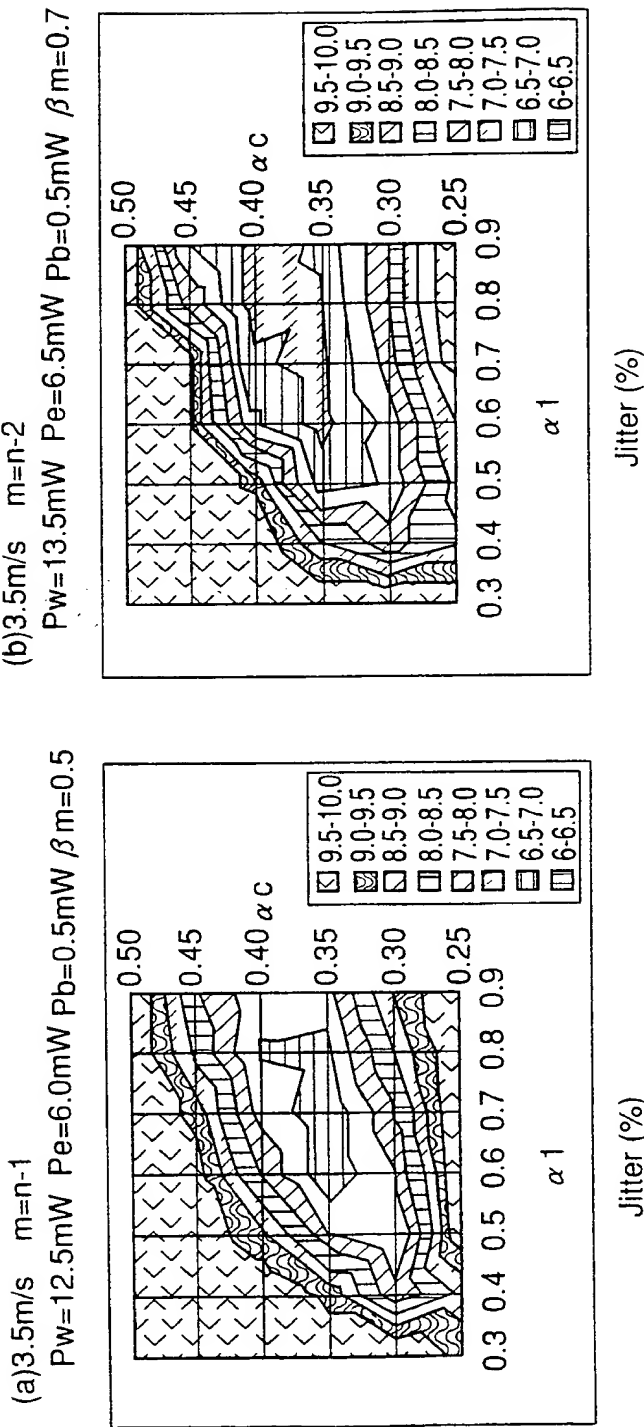


(b) 比較例1

(a) 実施例1

This Page Blank (uspto)

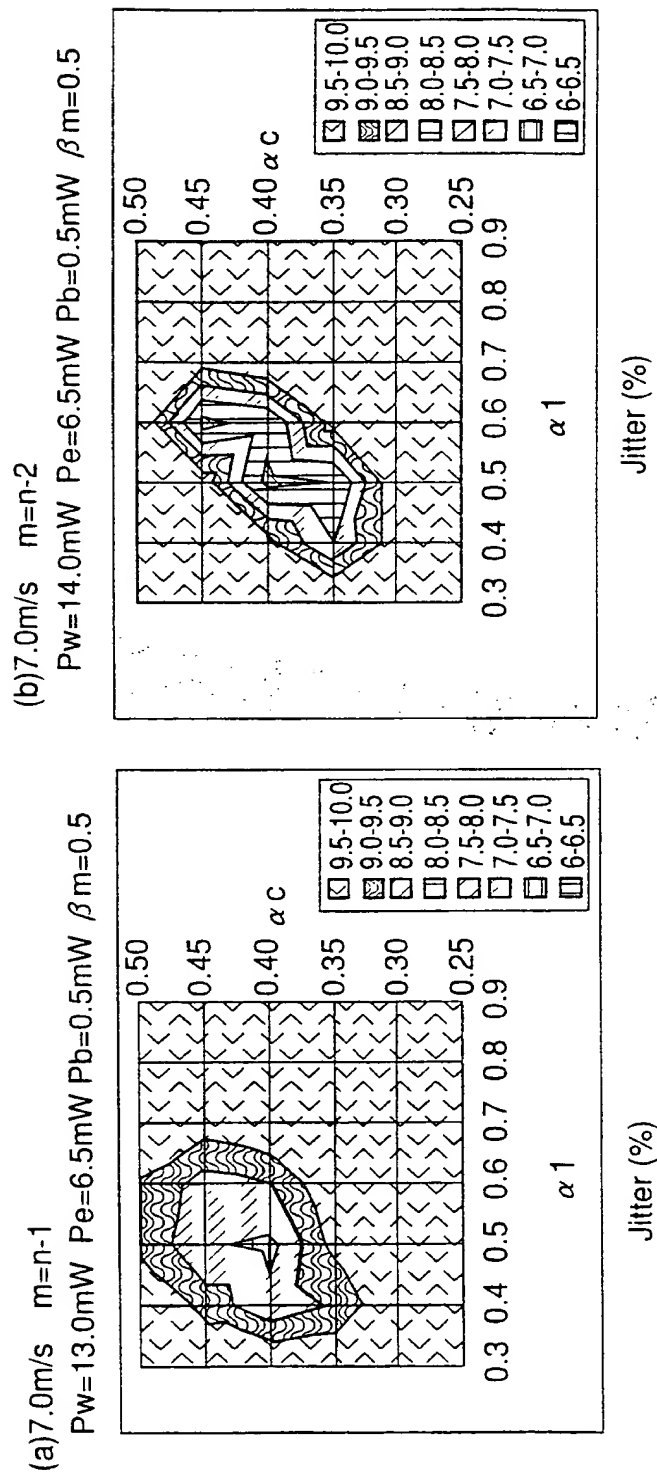
第13図



This Page Blank (uspto)

14/32

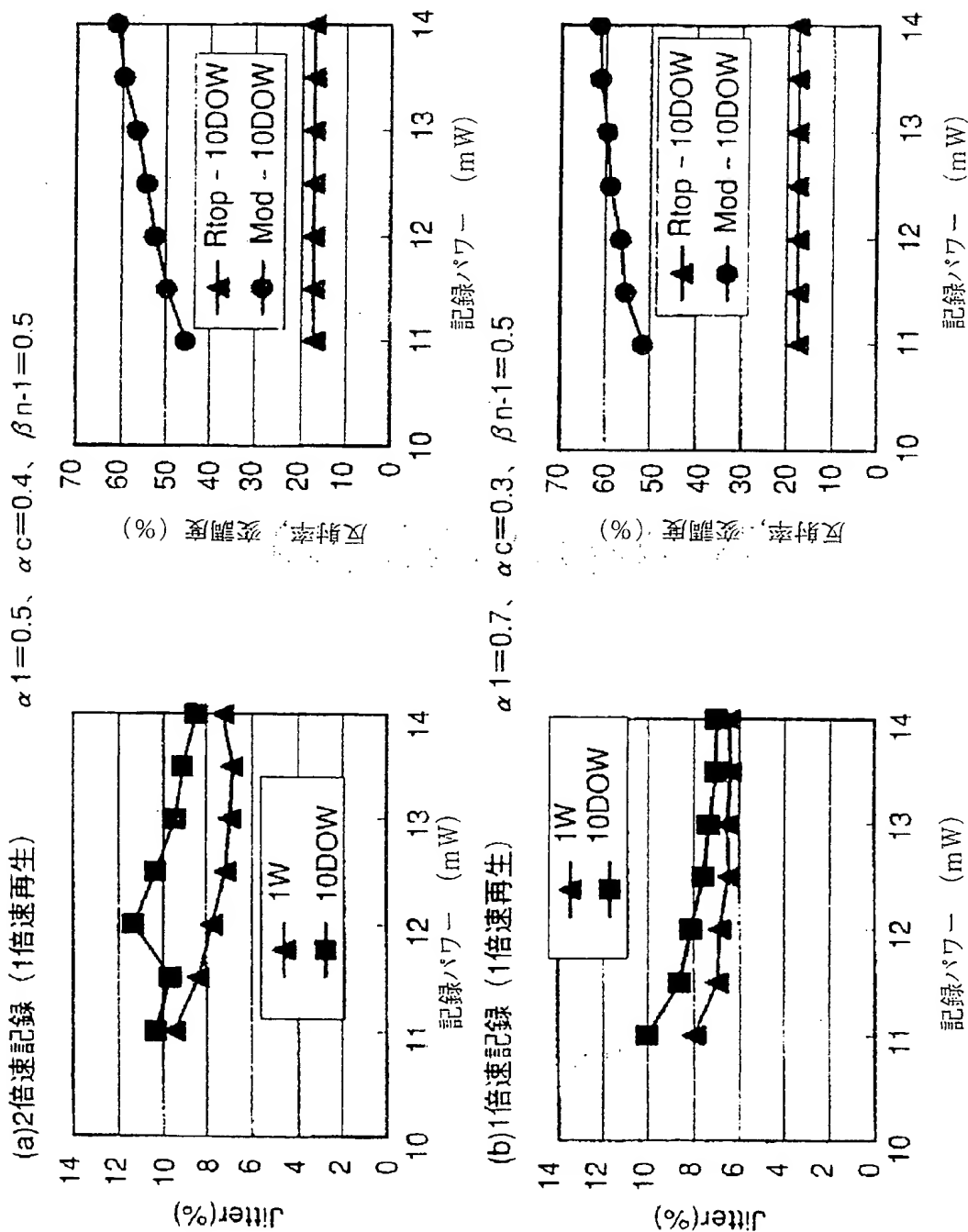
第14図



This Page Blank (uspto)

15/32

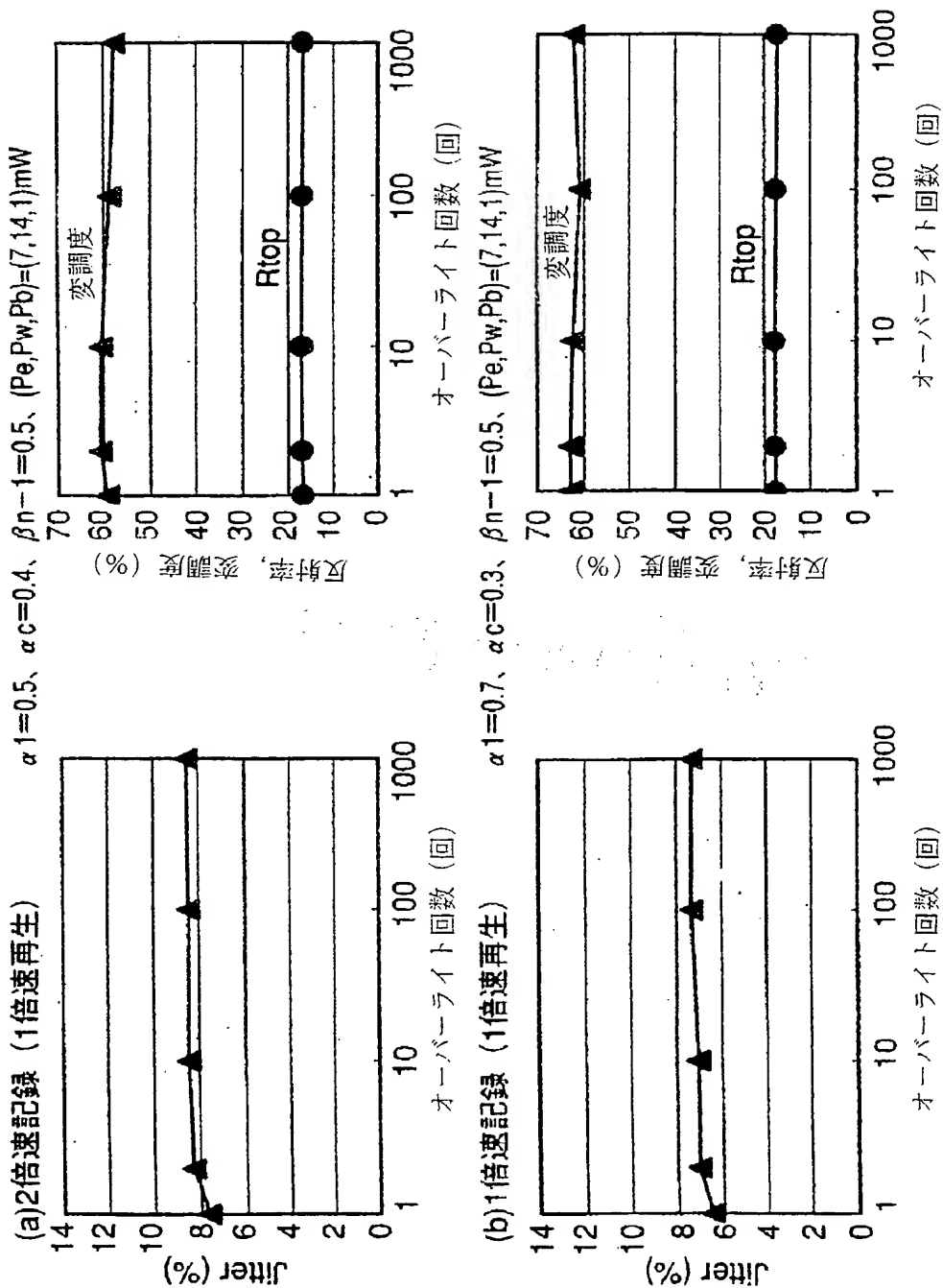
第15図



This Page Blank (uspto)

16/32

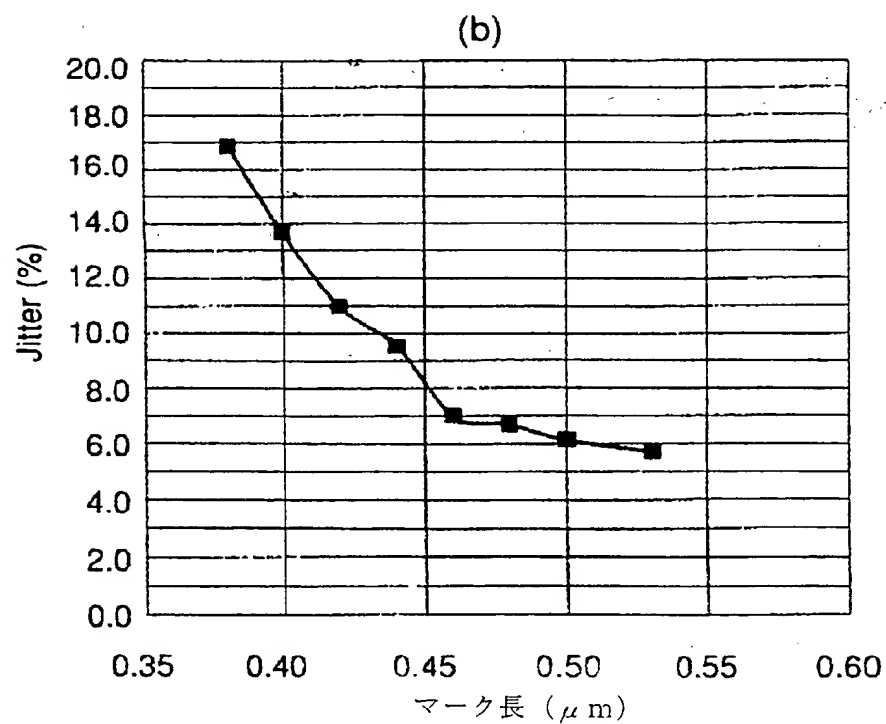
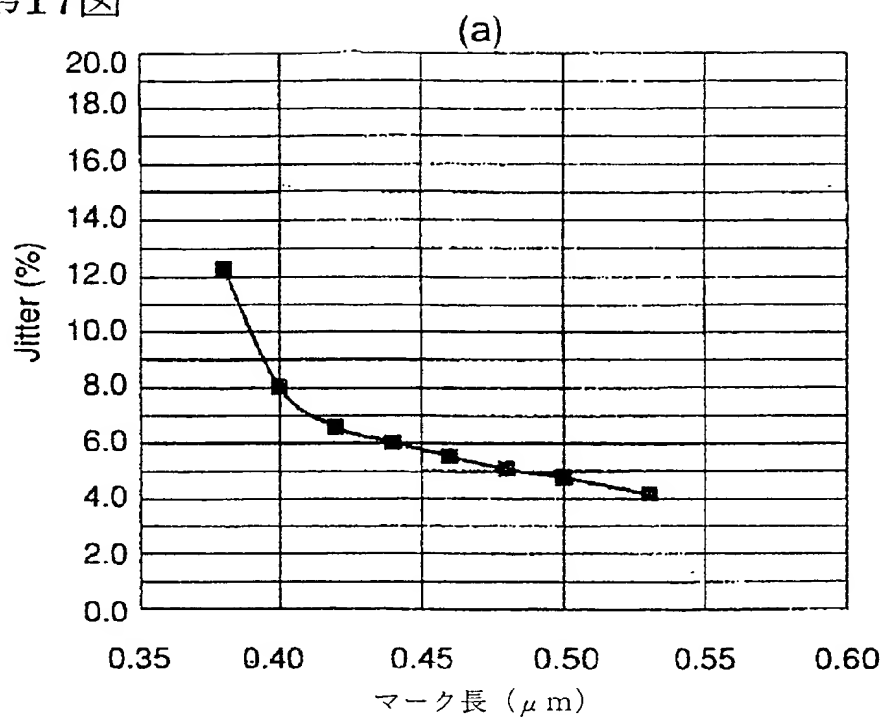
第16図



This Page Blank (uspto)

17/32

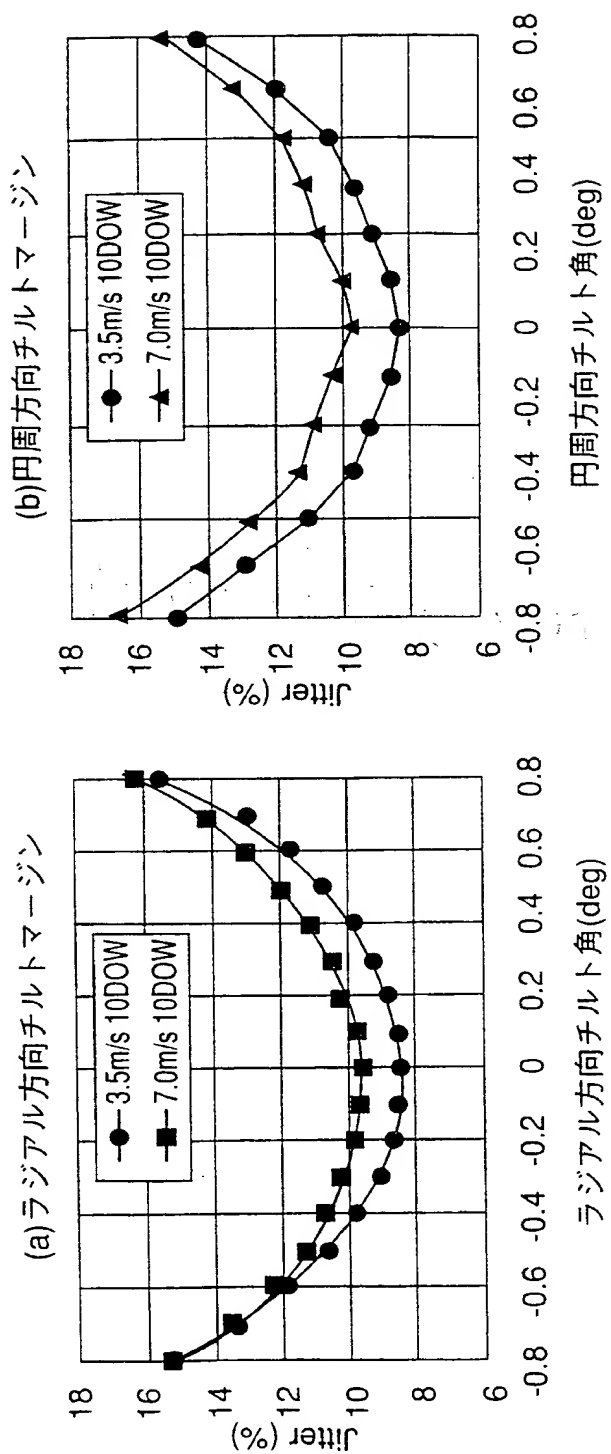
第17図



This Page Blank (uspto)

18/32

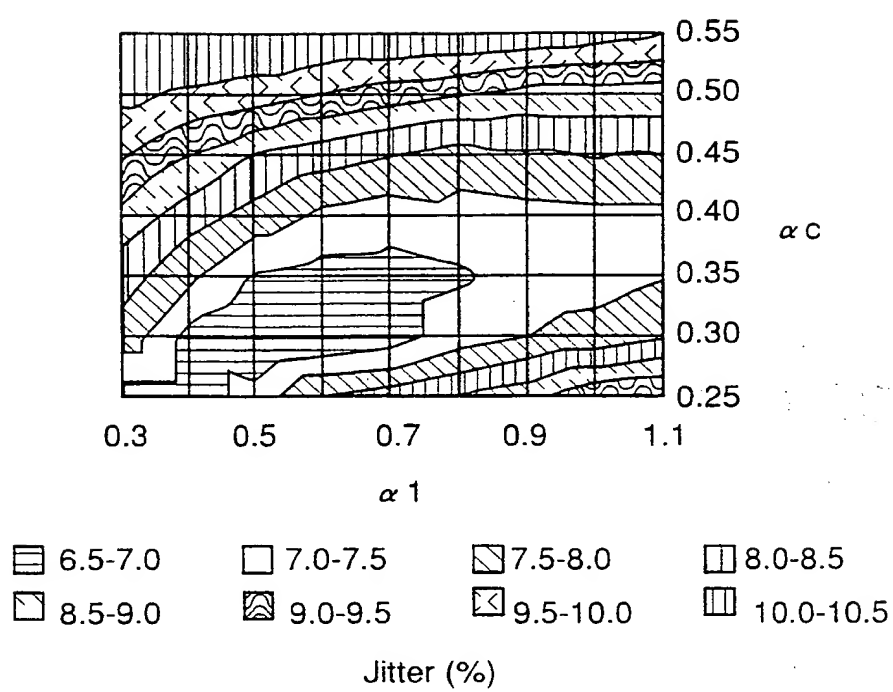
第18図



This Page Blank (uspto)

19/32

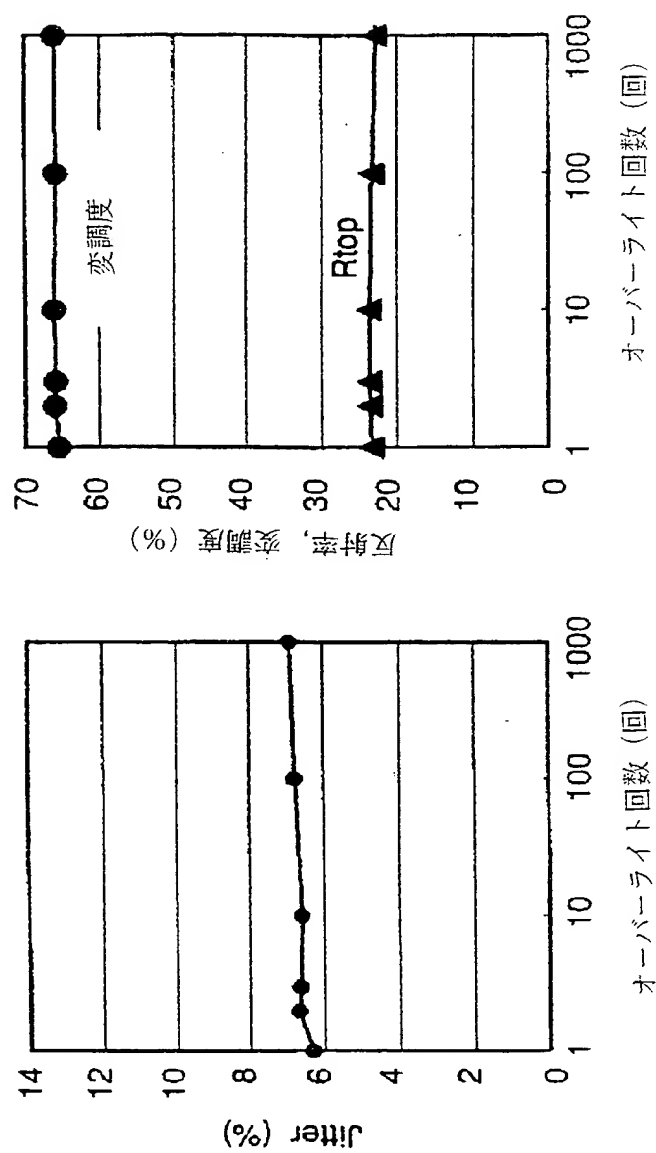
第19図



This Page Blank (uspto)

20/32

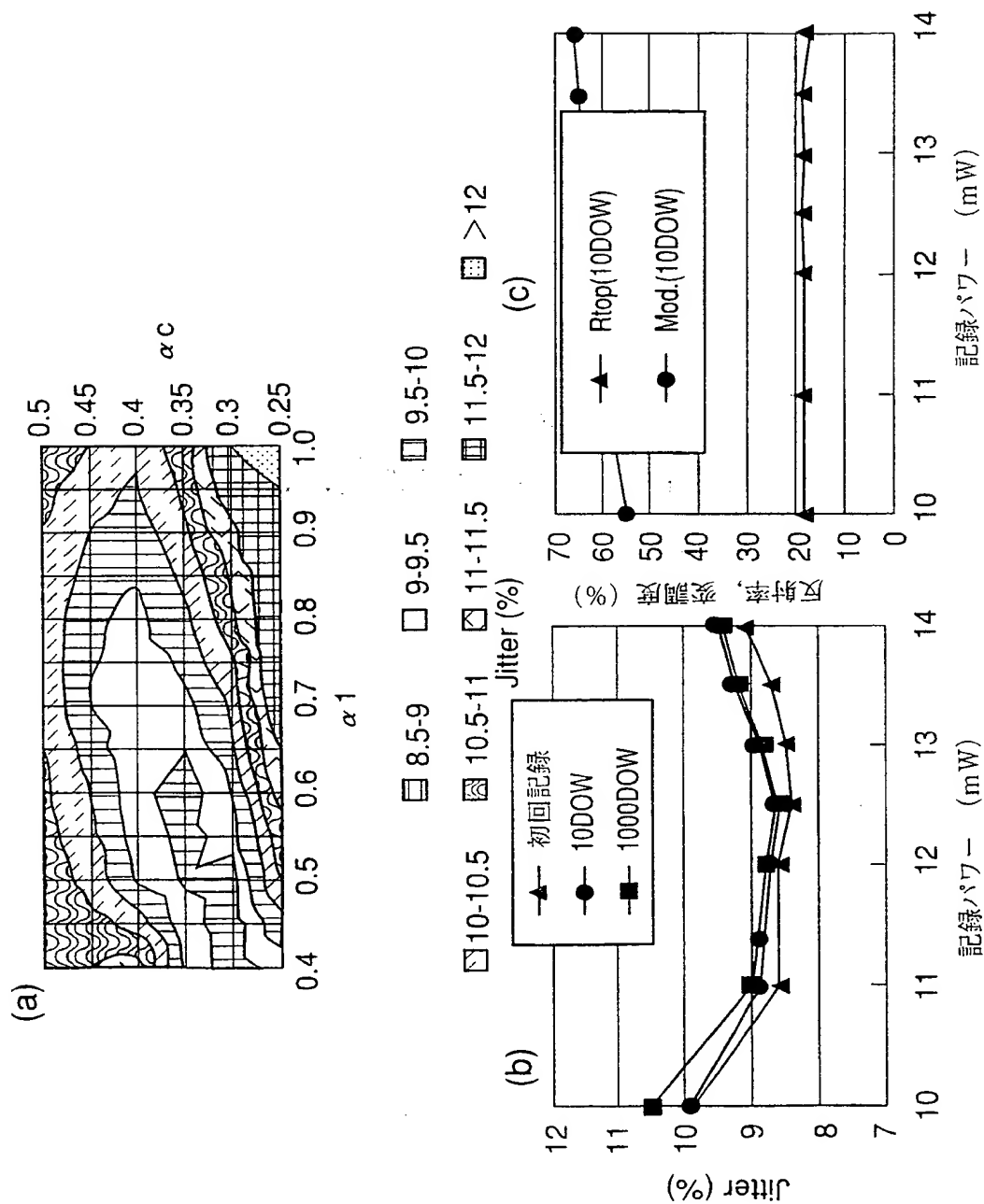
第20図



inis Page Blank (uspto)

21/32

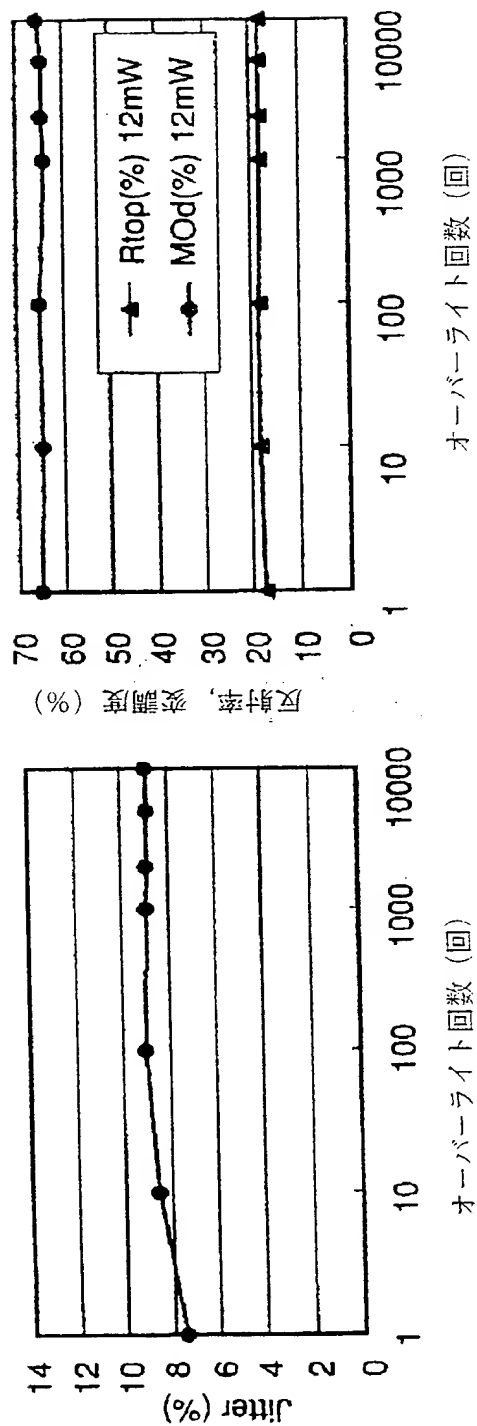
第21図



THIS PAGE BLANK (uspto)

22/32

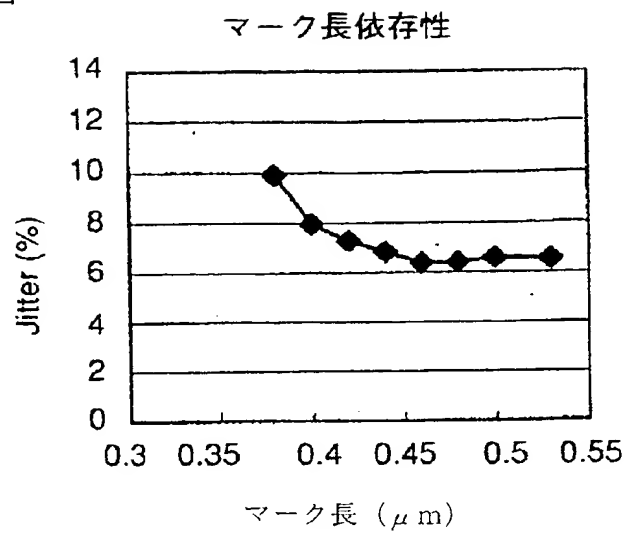
第22図



This Page Blank (uspto)

23/32

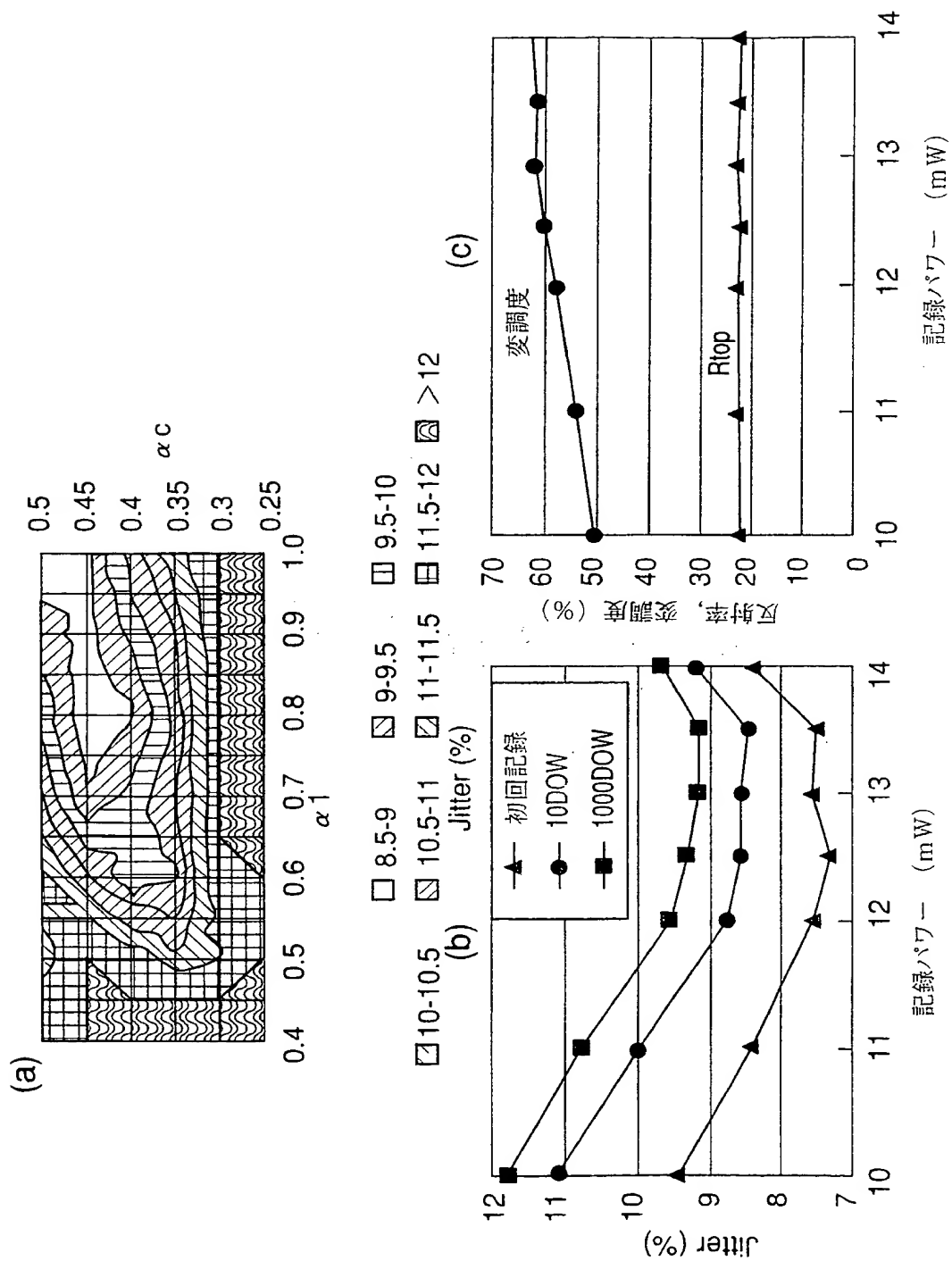
第23図



This Page Blank (uspto)

24/32

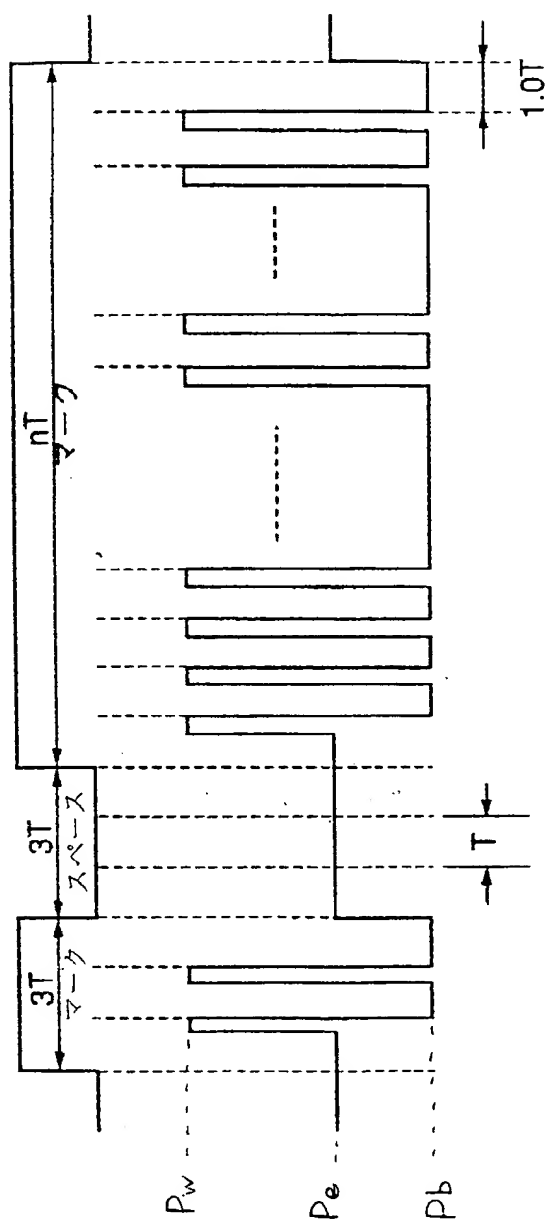
第24図



This Page Blank (uspto)

25/32

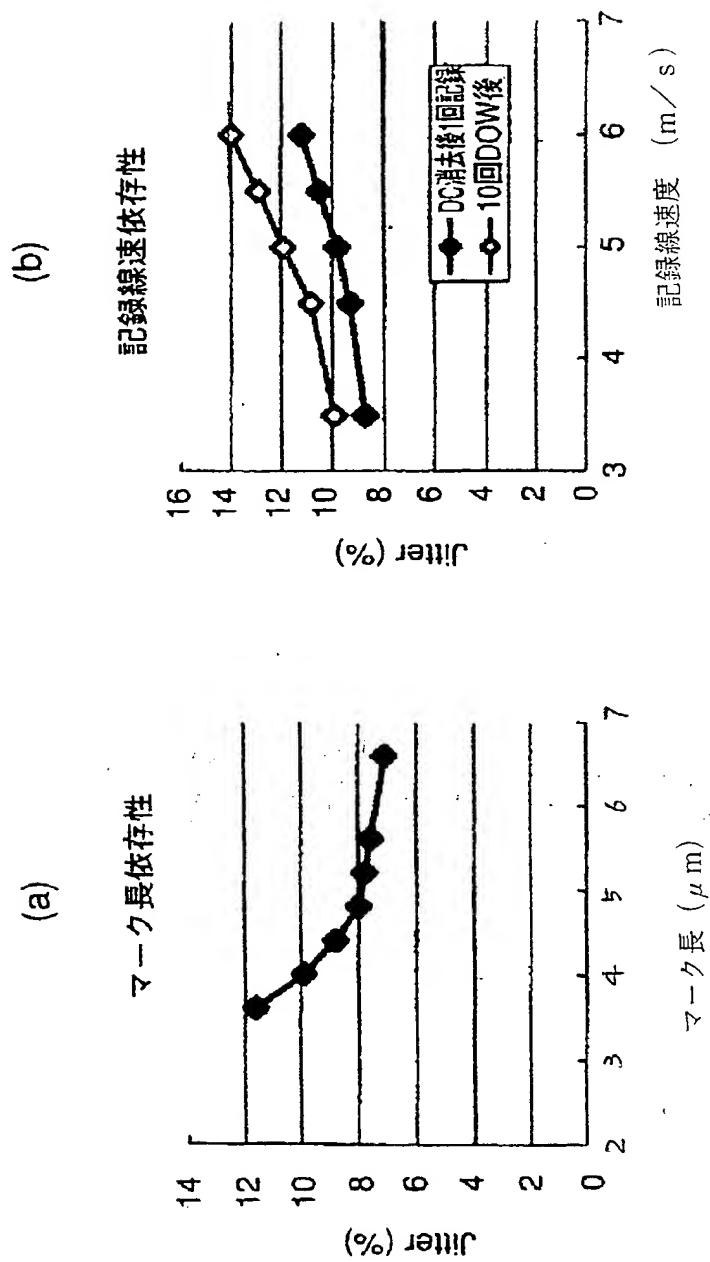
第25図



This Page Blank (uspto)

26/32

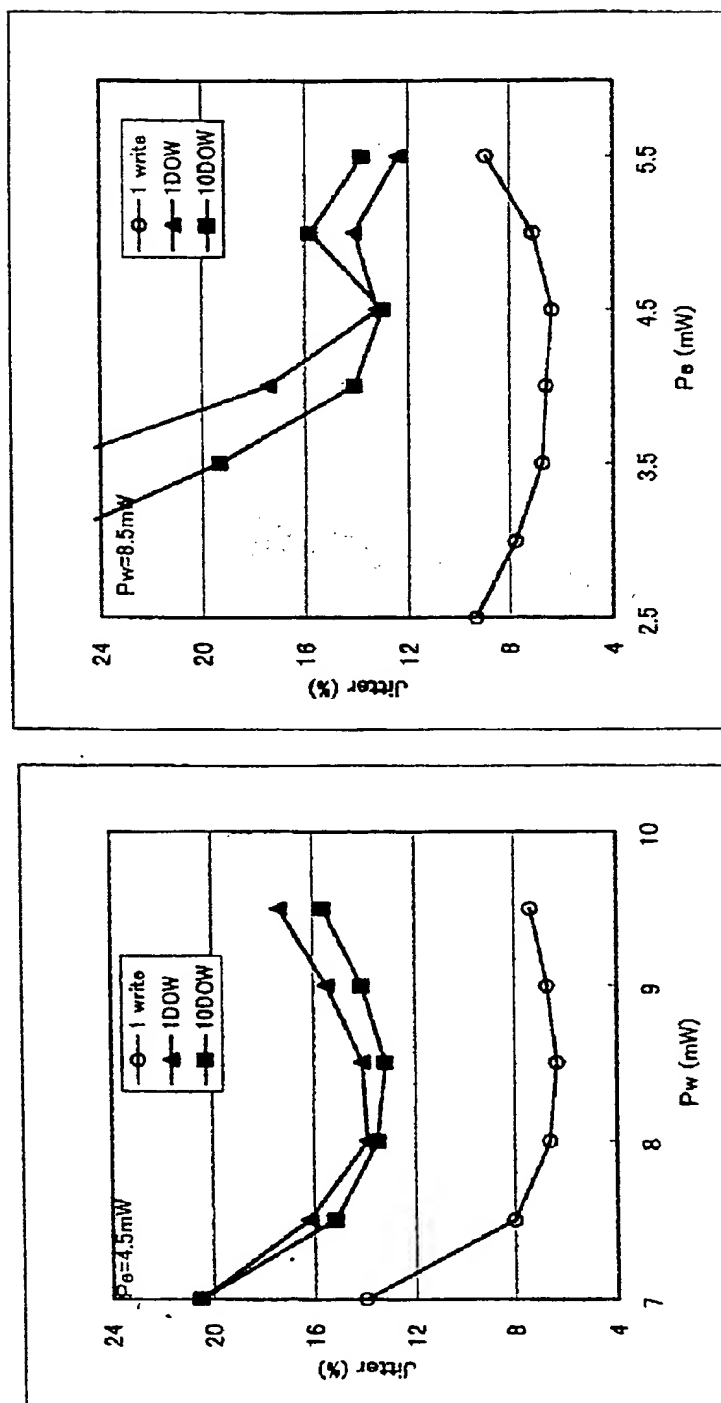
第26図



This Page Blank (uspto)

27/32

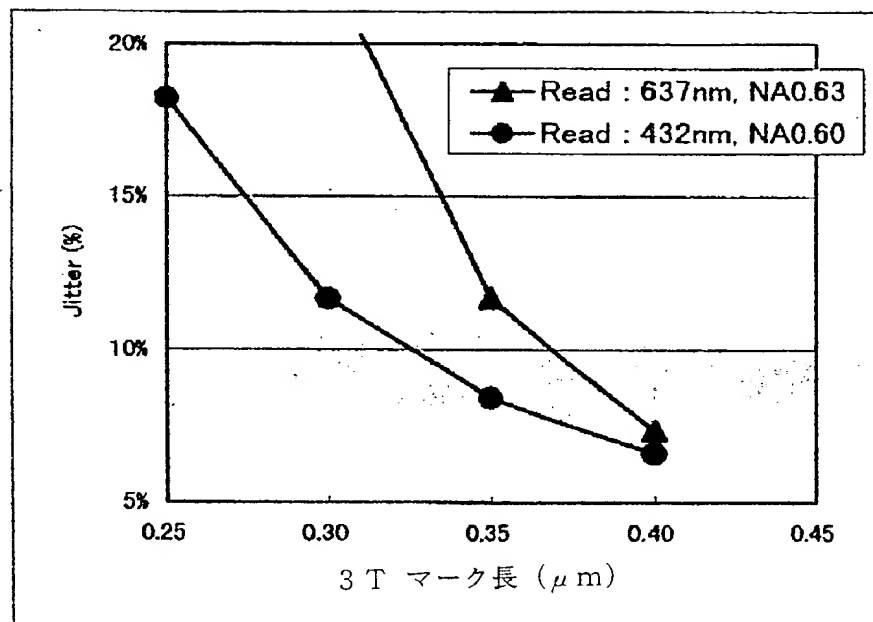
第27図



This Page Blank (uspto)

28/32

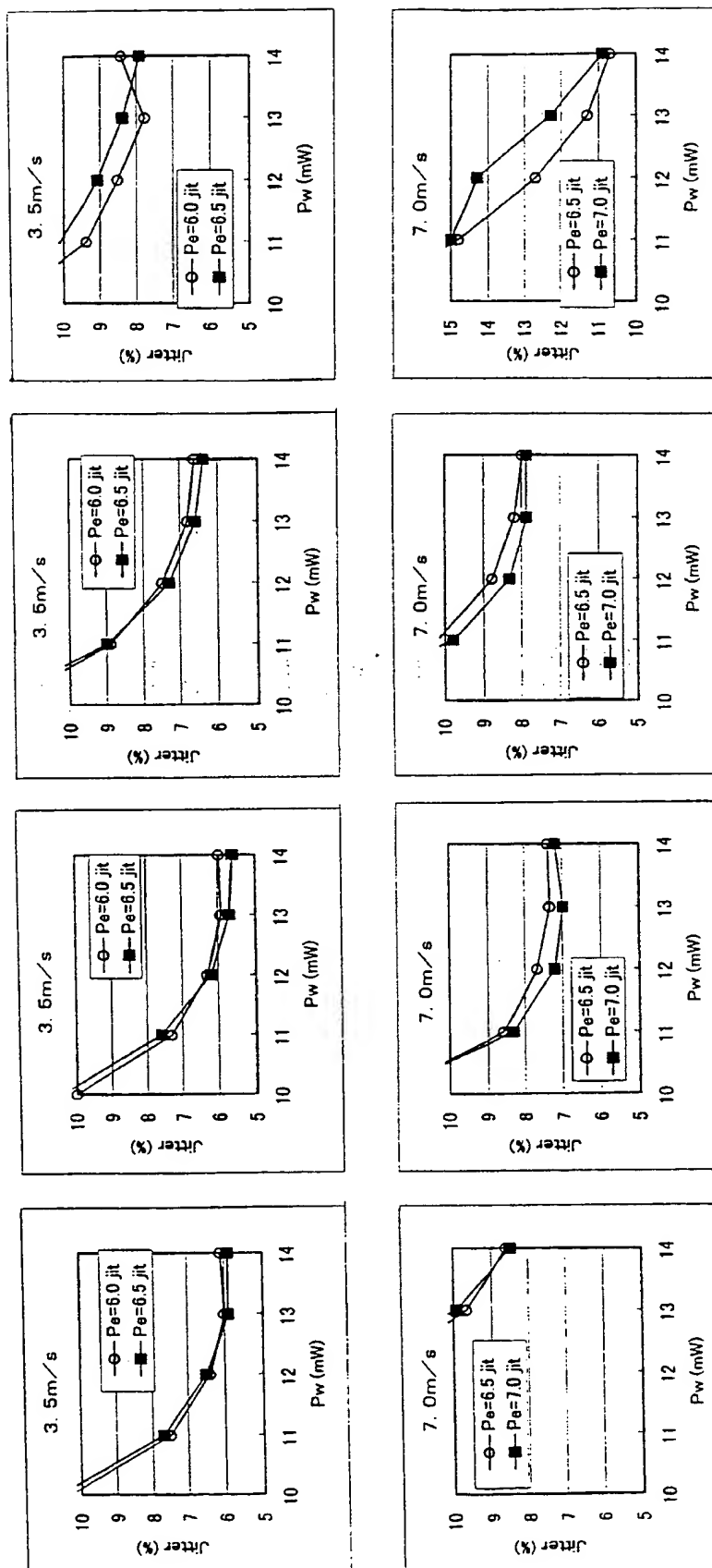
第28図



This Page Blank (uspto)

第29図

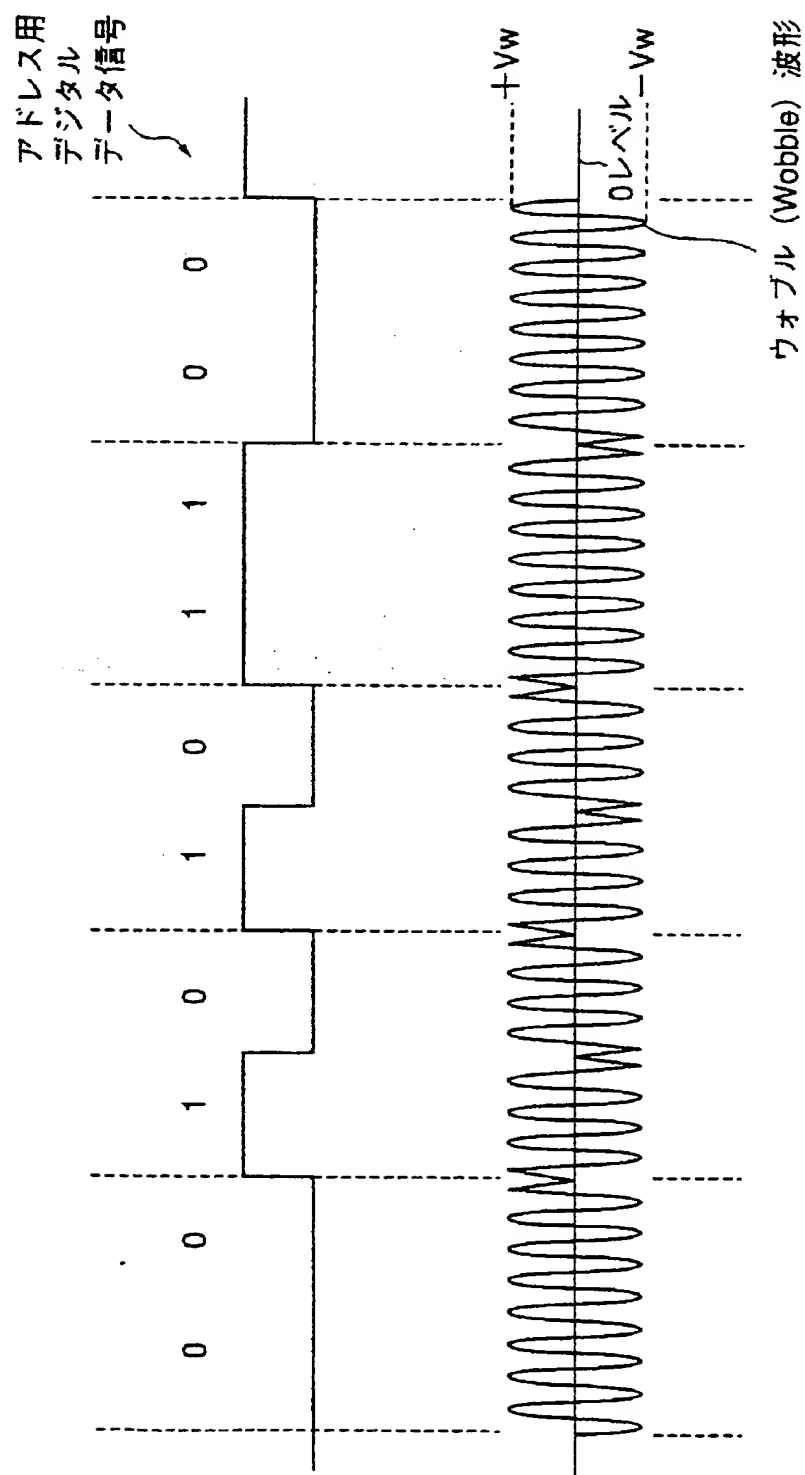
29/32

(a) Ge_{0.05}Sb_{0.74}Te_{0.21}(b) In_{0.023}Ge_{0.048}Sb_{0.719}Te_{0.21}(c) In_{0.053}Ge_{0.044}Sb_{0.688}Te_{0.215}(d) In_{0.118}Ge_{0.041}Sb_{0.617}Te_{0.224}

This Page Blank (uspto)

30/32

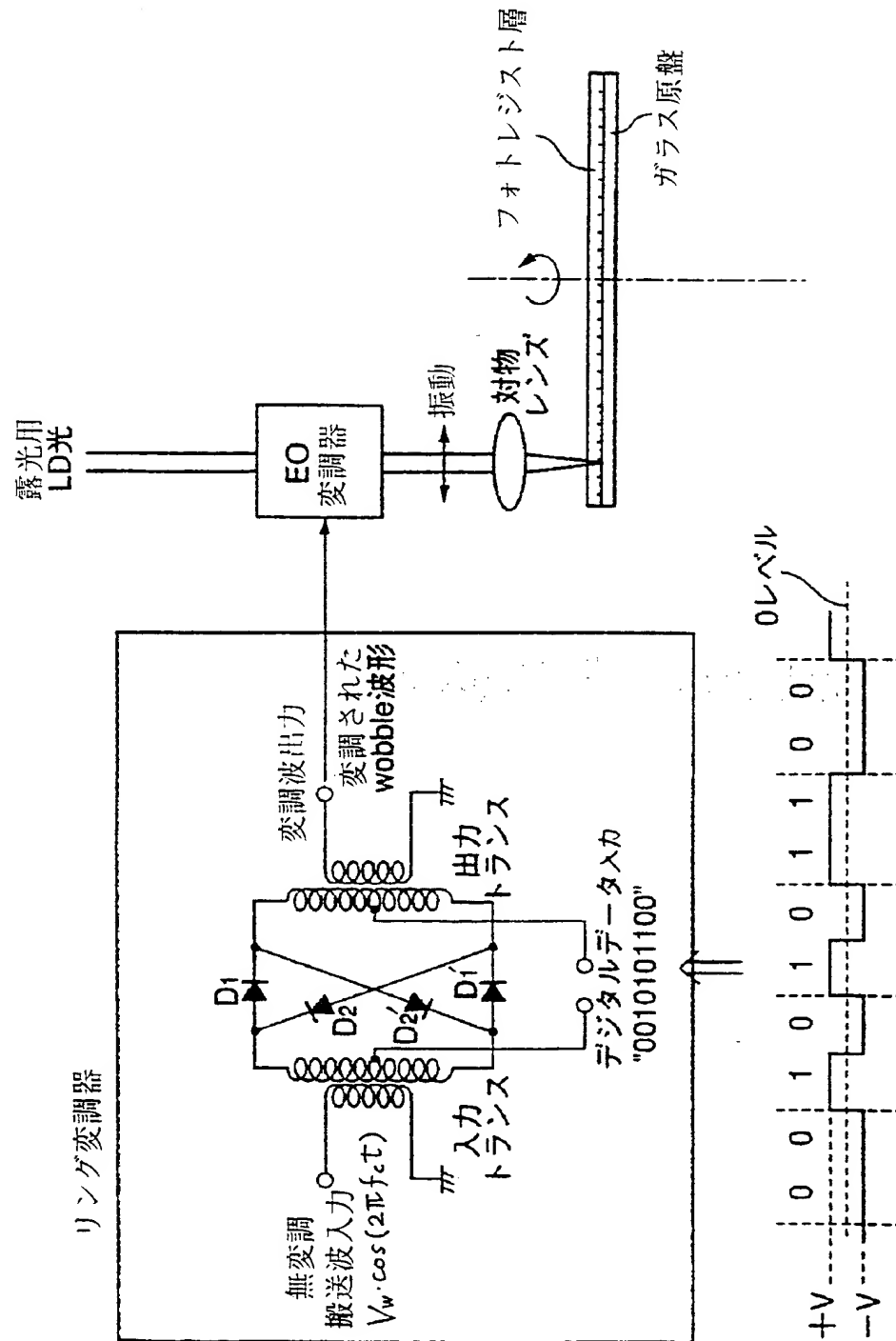
第30図



This Page Blank (uspto)

31/32

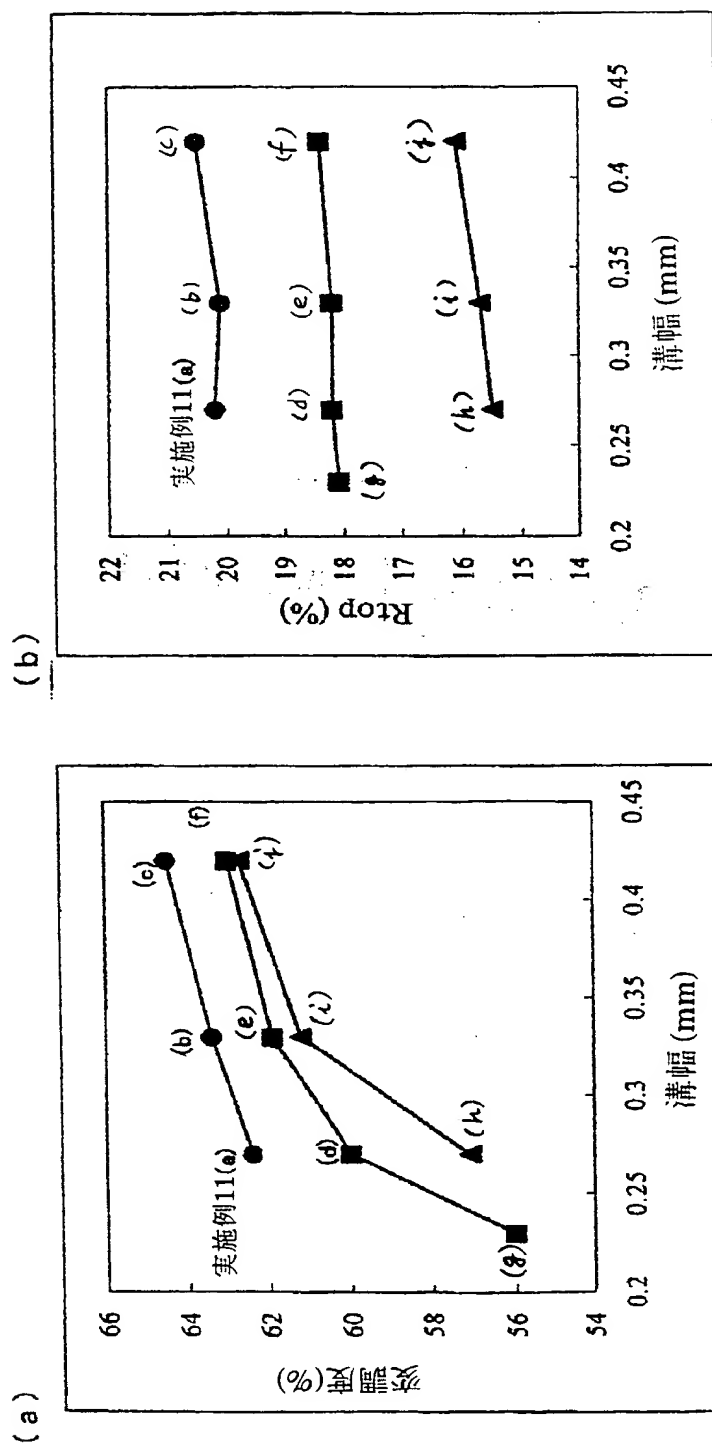
第31図



This Page Blank (uspto)

32/32

第32図



This Page Blank (uspto)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/04874

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G11B7/24, G11B7/00, B41M5/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G11B7/24, G11B7/00, B41M5/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 10-112028, A (Mitsubishi Chemical Corporation), 28 April, 1998 (28.04.98), Full text (Family: none)	1-65
X	JP, 1-303643, A (Nippon Telephone & Telegraph Corporation, et al.), 07 December, 1989 (07.12.89), Full text (Family: none)	1-10, 13
A	EP, 717404, A (Ricoh Company, Ltd), 19 June, 1996 (19.06.96), Full text & JP, 8-22644, A & US, 5785828, A	1-27
A	JP, 9-282661, A (Mitsubishi Chemical Corporation), 31 October, 1997 (31.10.97), Full text (Family: none)	28-65



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* "A"

Special categories of cited documents:
document defining the general state of the art which is not
considered to be of particular relevance

"E"

earlier document but published on or after the international filing
date

"L"

document which may throw doubts on priority claim(s) or which is
cited to establish the publication date of another citation or other
special reason (as specified)

"O"

document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other
means

"P"

document published prior to the international filing date but later
than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or
priority date and not in conflict with the application but cited to
understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered novel or cannot be considered to involve an inventive
step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered to involve an inventive step when the document is
combined with one or more other such documents, such
combination being obvious to a person skilled in the art

"&"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 December, 1999 (07.12.99)

Date of mailing of the international search report

11 January, 2000 (11.01.00)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

This Page Blank (uspto)

国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 99/04874

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ G11B7/24, G11B7/00, B41M5/26

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ G11B7/24, G11B7/00, B41M5/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-1999年
 日本国登録実用新案公報 1994-1999年
 日本国実用新案登録公報 1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, 10-112028, A (三菱化学株式会社) 28. 4月. 1998 (28. 04. 98) 全文 (ファミリーなし)	1-65
X	J P, 1-303643, A (日本電信電話株式会社 外2名) 07. 12月. 1989 (07. 12. 89) 全文 (ファミリーなし)	1-10, 13

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07. 12. 99

国際調査報告の発送日

1 1.01.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

佐藤 敬介

5 D

9196

電話番号 03-3581-1101 内線 3551

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	EP, 717404, A (Ricoh Company, Ltd) 19. 6月. 1996 (19. 06. 96) 全文 & JP, 8-22644, A & US, 5785828, A	1-27
A	JP, 9-282661, A (三菱化学株式会社) 31. 10月. 1997 (31. 10. 97) 全文 (ファミリーなし)	28-65